



# Toksikologisen osaamisen turvaaminen

---



Sosiaali- ja terveysministeriön raportteja ja muistioita 22/2018

# Toksikologisen osaamisen turvaaminen

Juha Pyötsiä

Sosiaali- ja terveysministeriö

Kannen kuvat: Tuula Holopainen, Irmeli Huhtala, Kuvatoimisto Rodeo, Shutterstock

ISBN PDF: 978-952-00-3935-6

Helsinki 2018

## Kuvailulehti

|   |  |          |           |
|---|--|----------|-----------|
| Julkaisija  | Sosiaali- ja terveysministeriö   | 4.6.2018 |           |
| Tekijät   | Juha Pyötsiä   |          |           |
| Julkaisun nimi  | Toksikologisen osaamisen turvaaminen   |          |           |
| Julkaisusarjan nimi ja numero   | Sosiaali- ja terveysministeriön raportteja ja muistioita 22/2018   |          |           |
| Diaari/hankenumero  | STM/4411/2017  | Teema    |           |
| ISBN PDF  | 978-952-00-3935-6  | ISSN PDF | 2242-0037 |
| URN-osoite  | <a href="http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-00-3935-6">http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-00-3935-6</a>  |          |           |
| Sivumäärä   | 65   | Kieli    | suomi     |
| Asiasanat   | hallinto, kemikaalit, osaaminen, riskinarviointi, toksikologia   |          |           |
| <b>Tiivistelmä</b> <p>Esiselvityksen tavoitteena oli tilannekuvan luomiseksi laatia tilannearvio toimenpide-ehdotuksineen maamme toksikologisen osaamisen turvaamisesta. Tehtävän toteutus perustui eri sektoreiden asiantuntijoiden haastatteluille ja tausta-aineiston keräämiselle. Selvitystä varten haastateltiin 50 asiantuntijaa.</p> <p>Haastateltujen asiantuntijoiden mukaan maassamme nykytilanteessa ei ole mahdollista perustaa irrallista yhteenliittymää. Tämän sijaan THL:n toksikologisia valmiuksia parannettaisiin rakenteellisten uudistusten avulla siten, että sinne perustetaan toksikologiaan keskittyvä erillisyyksikkö. Erillisyyksikölle ehdotetaan perustettavaksi neuvottelukunta ja sitä tulosoittaa yhteistyössä STM ja MMM.</p> <p>Koulutuksen varmistaminen ja edistäminen edellyttää kiinteämpää yhteistyötä yliopistojen ja tutkimuslaitosten välillä. Suomessa tulee varmistaa riittävä tohtorikoulutus, jossa käytännön riskinarviointityötä voidaan tehdä yhteistyössä kokeneiden riskinarviointiin perehtyneiden asiantuntijoiden kanssa. Vuosittaiseksi koulutustavoitteeksi olisi syytä asettaa noin 15 - 20 jatkokoulutettavaa. Maisterintutkinnon osalta nykyinen 20–30 opiskelijan sisäänotto on todennäköisesti riittävä.</p> <p>Yrityksissä toimivien toksikologien määrän arvioidaan lisääntyvän toksikologisen asiantuntemuksen tarpeen kasvun myötä. Myös vahinko- ja onnettomuustilanteiden selvittämiseen ja olosuhteiden saattamiseen turvallisiksi tarvittavat toksikologiset palvelut tulee saada mahdollisimman nopeasti suomalaisilta asiantuntijoilta, jotka tuntevat maamme olosuhteet ja pystyvät kommunikoimaan suomeksi.</p> |  |          |           |
| Kustantaja  | Sosiaali- ja terveysministeriö   |          |           |
| Julkaisun myynti/jakaja   | Sähköinen versio: <a href="http://julkaisut.valtioneuvosto.fi">julkaisut.valtioneuvosto.fi</a><br>Julkaisumyynti: <a href="http://julkaisutilaukset.valtioneuvosto.fi">julkaisutilaukset.valtioneuvosto.fi</a> |          |           |

## Presentationsblad

|  |  |          |           |
|--|--|----------|-----------|
| Utgivare   | Social- och hälsovårdsministeriet  | 4.6.2018 |           |
| Författare   | Juha Pyötsiä   |          |           |
| Publikationens titel   | Tryggande av toxikologiskt kunnande  |          |           |
| Publikationsseriens namn och nummer  | Social- och hälsovårdsministeriets rapporter och promemorior 22/2018   |          |           |
| Diarie-/projektnummer  | STM/4411/2017  | Tema     |           |
| ISBN PDF   | 978-952-00-3935-6  | ISSN PDF | 2242-0037 |
| URN-adress   | <a href="http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-00-3935-6">http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-00-3935-6</a>  |          |           |
| Sidantal   | 65   | Språk    | finska    |
| Nyckelord  | förvaltning, kemikalier, kunnande, riskbedömning, toxikologi   |          |           |
| <b>Referat</b> <p>Målet med förstudien var att för att skapa en lägesbild upprätta en lägesbedömning med åtgärdsförslag om säkerställande av det toxikologiska kunnandet i vårt land. Genomförandet av uppgiften baserade sig på intervjuer med experter inom olika sektorer och insamling av bakgrundsmaterial. För utredningen intervjuades 50 experter.</p> <p>Enligt de experter som intervjuats är det i nuläget inte möjligt att bilda ett helt fristående konsortium i vårt land. I stället kan Institutet för hälsa och välfärds toxikologiska beredskap förbättras med hjälp av strukturella reformer där en fristående enhet inriktad på toxikologi inrättas vid institutet. Det föreslås att det ska inrättas en delegation för den fristående enheten och att enheten ska resultatstyras av social- och hälsovårdsministeriet och jord- och skogsbruksministeriet i samverkan.</p> <p>Säkerställande och främjande av utbildning förutsätter ett tätare samarbete mellan universitet och forskningsinstitut. Det bör säkerställas att det i Finland finns en tillräcklig doktorsutbildning, där det praktiska riskbedömningsarbetet kan göras i samarbete med erfarna experter som är insatta i riskbedömning. Det är motiverat att ha cirka 15–20 doktorander som årligt utbildningsmål. I fråga om magisterexamen är den nuvarande antagningskvoten på 20–30 studerande sannolikt tillräcklig.</p> <p>Antalet toxikologer i företag bedöms öka i och med att behovet av toxikologisk expertis ökar. Även toxikologiska tjänster som behövs för att utreda skade- och olyckssituationer och för att göra förhållanden säkra bör fås så snabbt som möjligt av finländska sakkunniga som känner till förhållandena i vårt land och som kan kommunicera på finska.</p> |  |          |           |
| Förläggare   | Social- och hälsovårdsministeriet  |          |           |
| Beställningar/distribution   | Elektronisk version: <a href="http://julkaisut.valtioneuvosto.fi">julkaisut.valtioneuvosto.fi</a><br>Beställningar: <a href="http://julkaisutilaukset.valtioneuvosto.fi">julkaisutilaukset.valtioneuvosto.fi</a> |          |           |

## Description sheet

|   |   |          |           |
|---|---|----------|-----------|
| Published by  | Ministry of Social Affairs and Health   |          | 4.6.2018  |
| Authors   | Juha Pyötsiä  |          |           |
| Title of publication  | Securing competence in toxicology   |          |           |
| Series and publication number   | Reports and Memorandums of the Ministry of Social Affairs and Health<br>22/2018   |          |           |
| Register number   | STM/4411/2017   | Subject  |           |
| ISBN PDF  | 978-952-00-3935-6   | ISSN PDF | 2242-0037 |
| Website address URN   | <a href="http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-00-3935-6">http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-00-3935-6</a>   |          |           |
| Pages   | 65  | Language | Finnish   |
| Keywords  | administration, chemicals, competence, risk assessment, toxicology  |          |           |
| <b>Abstract</b> <p>The objective of the prestudy was to assess the situation and propose measures to understand where we stand in terms of securing competence in toxicology in our country. The work was done by interviewing a total of 50 experts from various sectors and by collecting background material.</p> <p>According to the experts interviewed, in the current situation it is not possible to establish a separate organisation for this purpose. Instead, the preparedness of the National Institute for Health and Welfare (THL) to address toxicological issues would be improved through structural measures, i.e. by setting up a separate unit that is specialised in toxicology. An advisory board would be set up for the unit and its performance guidance would be the joint responsibility of the Ministry of Social Affairs and Health and Ministry of Agriculture and Forestry.</p> <p>Ensuring and promoting education requires closer cooperation between the universities and research institutes. Sufficient education on the doctoral level is needed in Finland in order that practical risk assessment work can be done in cooperation with experienced experts with good knowledge of risk assessments. The annual target for post-graduate studies should be set at 15 to 20 students. The current number of 20 to 30 students admitted annually to the master’s programme seems adequate.</p> <p>The number of toxicologists working in companies is expected to grow as the need for expertise in the field is increasing. Toxicological services needed to settle damage situations and accidents and to restore safe conditions must be available from Finnish experts as quickly as possible as they are aware of the circumstances in our country and able to communicate in the Finnish language.</p> |   |          |           |
| Publisher   | Ministry of Social Affairs and Health   |          |           |
| Publication sales/<br>Distributed by  | Online version: <a href="http://julkaisut.valtioneuvosto.fi">julkaisut.valtioneuvosto.fi</a><br>Publication sales: <a href="http://julkaisutilaukset.valtioneuvosto.fi">julkaisutilaukset.valtioneuvosto.fi</a> |          |           |

## Sisältö

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Tehtävä.....</b>   | <b>8</b>  |
| 1.1      | Tehtävän rajausta.....  | 8         |
| 1.2      | Tausta .....  | 9         |
| <b>2</b> | <b>Johdanto .....</b>   | <b>11</b> |
| <b>3</b> | <b>Mahdollisuudet ja reunaehdot perustaa monialainen toksikologinen keskittymä/yhteenliittymä .....</b>                                 | <b>12</b> |
| 3.1      | Virastot .....  | 12        |
| 3.2      | Tutkimuslaitosten tilanne .....   | 14        |
| 3.3      | Yhteenliittymä .....  | 15        |
| <b>4</b> | <b>Opetuksen tarkoituksenmukaisuus, määrä ja laatu .....</b>  | <b>16</b> |
| 4.1      | Johdanto .....  | 16        |
| 4.2      | Yliopistot.....   | 17        |
| 4.2.1    | Yliopistojen tilanne.....   | 18        |
| 4.3      | Ruotsin malli (Swetox, Swedish Toxicology Sciences Research Center) .....   | 19        |
| <b>5</b> | <b>Valtionhallinnossa työskentelevien riskinarvioiden profiilit ja toksikologisen osaamisen tarpeet .....</b>                           | <b>21</b> |
| 5.1      | Toksikologian hyöty .....   | 21        |
| 5.2      | Riskinarvioinnin tarpeet tutkimuslaitoksissa .....  | 22        |
| 5.3      | Riskinarvioinnin tarpeet hallinnossa .....  | 23        |
| 5.4      | Muut toimielimet .....  | 24        |
| <b>6</b> | <b>Toksikologien määrääarviot tulevaisuudessa toimialueittain (työ, ympäristö, elintarvikkeet) .....</b>                                | <b>26</b> |
| <b>7</b> | <b>Elinkeinoelämässä toimivien toksikologien tarve ja toksikologisen osaamisen puutevaikutukset hallinnossa elinkeinoelämälle .....</b> | <b>28</b> |
| 7.1      | Esimerkkejä elinkeinoelämän tarpeista teollisuusaloittain .....   | 28        |
| 7.2      | Yritysten toksikologinen osaaminen .....  | 30        |
| 7.3      | C-osaamiskeskus .....   | 32        |



|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>8</b> | <b>Toiminta EU-riskinarviointitehtävissä 2000-luvulla,<br/>onko edustus ollut riittävä kansallisen edun näkökulmasta .....</b>      | <b>34</b> |
| 8.1      | Riskinarvioinnin asiantuntemusta edellyttävät komiteat ja työryhmät.....  | 34        |
| 8.2      | Arvio ja keinot toiminnan tehostamiseksi .....  | 35        |
| <b>9</b> | <b>Selvitysmiehen ehdotukset.....</b>   | <b>40</b> |
|          | <b>Liitteet.....</b>  | <b>47</b> |
| Liite 1  | Pääjohtajien kirje 7.3.2017 .....   | 48        |
| Liite 2  | Toksikologisen osaamisen turvaaminen, toimeksianto, STM 7.11.2017 .....   | 50        |
| Liite 3  | Haastatellut henkilöt .....   | 53        |
| Liite 4  | THL:n (KTL:n) toksikologiaan liittyvät kansainväliset asiantuntijatehtävät<br>2000-luvulla .....                                    | 56        |
| Liite 5  | TTL:n toksikologisen tutkimuksen ja riskinarvioinnin resurssit<br>ja asiantuntijatehtävät .....                                     | 59        |
| Liite 6  | Eviran asiantuntijat toksikologiaa ja kemiaa sivuavissa EFSA:n paneeleissa,<br>työryhmissä ja verkostoissa .....                    | 62        |
| Liite 7  | Tukesin asiantuntijat ECHA:n ja komission komiteoissa ja työryhmissä .....  | 63        |
| Liite 8  | Itä-Suomen yliopiston toksikologiaan (ja lähialueisiin)<br>liittyvät budjettirahoitteiset tehtävät .....                            | 64        |
| Liite 9  | Itä-Suomen yliopiston toksikologian koulutusohjelmista valmistuneet<br>ja toksikologian tohtoritutkinnon Suomessa suorittaneet..... | 65        |

# 1 Tehtävä

Selvityksen tavoitteena on laatia **tilannearvio toimenpide-ehdotuksineen**, jossa esitetään

1. Rohkea arvio siitä, voidaanko rakenteellisten muutosten avulla perustaa **yhteenliittymä**, jossa ihmisen terveyteen haitallisesti vaikuttavia kemikaaleja tutkitaan (1) ja toksikologista osaamista kehitetään (2) ja ylläpidetään (3) kokonaisvaltaisesti.
2. Raportin tulee sisältää näkemys, miten varmistetaan ja edelleen edistetään kansallisesti tohtorita-soista koulutusta.
3. Selvityksestä tulee käydä ilmi, miten varmistetaan kansallinen toksikologiseen **riskinarviointiin** kykenevien asiantuntijoiden valmentaminen valtionhallinnon ja muun julkisen sektorin tarpeisiin.
4. Tarkastelun tulisi piirtää kuva tulevaisuuden toksikologien tarpeesta toimialueittain esimerkiksi työtoksikologia, elintarviketoksikologia ja ympäristötoksikologia ja
5. mikä merkitys toksikologisen tiedon/osaamisen vajeella on **elinkeinoelämälle ja sen kilpailukyvyille**.
6. Laatia kriittinen arvio suomalaisten toksikologien toiminnasta **EU-organisaatioissa** riskinarvioinnin asiantuntijatehtävissä 2000-luvulla ja toimenpide-ehdotus näiden tehtävien asianmukaisesta hoitamisesta tulevaisuudessa.

Toimeksiannon mukaan selvityshenkilön omien havaintojen ja pohdintojen lisäksi ehdotusten pitää perustua toimialueen tuntevien henkilöiden haastatteluihin niin viranomaissektorilta, elinkeinoelämästä ja yliopisto-maailmasta.

Selvityksessä ei esitetä valittujen henkilöiden haastatteluja. Siinä esitetään vain niiden perusteella kootut tiedot sekä tehdyt johtopäätökset ja ehdotukset. Haastatellut henkilöt luetellaan selvityksen liitteessä.

Selvityksessä voi myös olla vaihtoehtoisia ratkaisumalleja, joista päätetään/valitaan selvityksen jälkeen asiaa valmisteltaessa vastuullisten viranomaisten kesken. Kyseessä on siis taustaselvitys, ei lopullinen ratkaisumalli. Lopullista ehdotusta laadittaessa tarvitaan myös kansallisten taloudellisten mahdollisuuksien selvittäminen.

Työn toteutuksessa selvityshenkilön tukena on ohjausryhmä, johon osallistuivat sosiaali- ja terveysministeriö, maa- ja metsätalousministeriö, työ- ja elinkeinoministeriö sekä turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes).

## 1.1 Tehtävän rajaus

Selvityksessä keskitytään **kemikaalien terveysvaikutuksiin**. Lääkeainetoksikologiaa ei käsitellä, mutta samoja selvityksessä esitettyjä periaatteita voidaan tarvittaessa soveltaa myös lääkepuolen toksikologisen

osaamisen turvaamiseen ja jatkuvuuden varmistamiseen. Samanlaista lähestymistapaa voidaan soveltaa myös kemikaalien ympäristövaikutuksiin (ekotoksikologia).

Kansainvälisessä arviossa keskitytään vain EU:n päätöksenteossa ja toimielimissä tehtävään toksikologiaan perustuvaan asiantuntijatyöhön. Täten ulkopuolelle jäävät esimerkiksi EU:n toimielimissä työskentelevät virkamiehet, YK:n eri toimielimet (esim. WHO, IARC, FAO ILO, UNEP), OECD:ssä tehtävä työ, elinkeinolämän kansainväliset järjestöt ja REACH-rekisteröinnin edellyttämät ainekohtaiset konsortiot ja asiantuntijaryhmät sekä muut kansainväliset järjestöt, kokoukset ja konferenssit. Tosin vahva kansallinen toksikologinen osaaminen on tarpeellista ja hyödyllistä myös näillä foorumeilla ja sen vuoksi niitä kuvataan yleisellä tasolla. Niiden tarkempi selvittäminen on kuitenkin tämän hankkeen kannalta erittäin työlästä ja osittain mahdotontakin, koska suuri osa kokouksista on luottamuksellisia.

Tarkoitan selvityksessä käsitteellä ”**toksikologi**” Suomen toksikologiyhdistys ry:n (STY) käyttämiä käsitteitä, joita on kaksi erilaista.

Toksikologin rekisteröinnin hyväksyy STY ry:n rekisteröintilautakunta tarkoitukseen laadittujen ohjeiden mukaan, jotka koskevat vaadittavaa koulutusta ja toksikologian asiantuntemusta ja ammattitaitoa. Ohjeet on yhtenäistetty EUROTOX (*Federation of European Toxicologists & Societies of Toxicology*) :in ohjeiden kanssa. STY:ryn rekisteröimä toksikologi kuuluu automaattisesti EUROTOX:in toksikologirekisteriin. Rekisteriin hyväksytyn henkilön ammattinimike on ”*Rekisteröity toksikologi*”. Tämä ammattinimike takaa tilaajalle/asiakkaalle, että henkilö on pätevä työskentelemään toksikologina.

Yhdistyksen käyttämä toinen laajempi käsite ”*toksikologi*” poikkeaa useimmista muista ammatillisista nimikkeistä, sillä sitä käyttämään oikeutettujen henkilöiden pohjakoulutus voi olla hyvin erilainen. Huolimatta laajasta tarjolla olevasta työkentästä, toksikologien yhteinen nimittäjä on riittävä teoreettinen ja ammatillinen osaaminen.

Toksikologiyhdistyksen käyttämät käsitteet ovat hankkeen kannalta hyödyllisiä, koska yhdistys seuraa määrääjain toksikologien työllisyystilannetta ja määrää.

## 1.2 Tausta

Hankeen suunnittelu lähti valtion hallinnossa liikkeelle 7.3.2017 päivätyllä kirjeellä, jonka allekirjoittajia olivat professori Kimmo Peltonen, pääjohtaja Kemikaali- ja turvallisuusvirasto, Tukes; professori Juhani Eskola, pääjohtaja Terveiden- ja hyvinvoinninlaitos, THL; pääjohtaja Matti Aho, Elintarviketurvallisuusvirasto, Evira ja professori Antti Koivula, pääjohtaja, Työterveyslaitos, TTL. Kirje osoitettiin sosiaali- ja terveysministeriölle, maa -ja metsätalousministeriölle, työ -ja elinkeinoministeriölle sekä opetus -ja kulttuuriministeriölle. Sosiaali- ja terveysministeriö käynnisti hankkeen esiselvityksen vuoden 2017 lopussa. Selvityksen laatijaksi kutsuttiin FM Juha Pyötsiä alan laajan ja pitkäaikaisen kokemuksen vuoksi.

Pääjohtajien kirjeen (liite 1) mukaan soveltavaa toksikologista tutkimusta on tehty maassamme erityisesti Terveiden- ja hyvinvoinninlaitoksella (THL), Työterveyslaitoksella (TTL) ja Elintarviketurvallisuusvirastossa (Evira). Laitoksiin kohdistuneiden taloudellisten säästövelvoitteiden toteuduttua ja supistuksia seuranneessa toiminnan kohdentamisessa toksikologiseen osaamiseen oleellisesti kuuluvat työssäoppimisen

mahdollisuudet ovat merkittävästi vähentyneet. Laitosten toksikologian voimavarat ja toimintamahdollisuudet ovat nykyisin lähes olemattomat, vaikka toksikologisen osaamisen tarve on edelleen olemassa ja liisäntymässä kemikaaleihin liittyvän laajenevan sääntelyn ja arviointityön vuoksi.

Lisäksi valtionhallinnossa työskentelevien toksikologien keski-ikä on suhteellisen korkea, joka on johtamassa varsin nopeaan osaamisen katoamiseen.

Kansallinen kemikaaliturvallisuus ei voi nojata periaatteeseen, että tarvittavat tiedot poimitaan yksinomaan Euroopan yhteisön työn tuloksina tai kansainvälisiltä foorumeilta.

Tarvitsemme edelleen korkealaatuista omaa osaamista sekä henkilöitä, jotka ymmärtävät monitahoisia toksikologisia ongelmia. Heillä tulee myös olla kyky osallistua ja vaikuttaa. Suomella on Euroopan unionin jäsenenä kansallisia velvoitteita ja tavoitteita osallistua esimerkiksi Euroopan kemikaaliviraston toimintaan, jossa merkittävänä osallistujakaartina ovat toksikologit. Kansallisia toksikologian asiantuntijoita tarvitaan myös useiden muiden EU-instituutioiden toiminnassa ja päätöksenteon valmistelussa.

Kirjeen allekirjoittajat asettivat kokouksessaan 1. helmikuuta 2017 tavoitteeksi toksikologisen osaamisen säilyttämisen Suomessa.

Kirjeen mukaan tarkastelun yksi keskeinen tavoite on, voidaanko maahamme perustaa yhteenliittymä, jossa ihmisen terveyteen haitallisesti vaikuttavia kemikaaleja tutkitaan ja toksikologista osaamista kehitetään kokonaisvaltaisesti.

Kirje ja siihen perustuva toimeksianto ovat tämän esiselvityksen liitteinä (Liite 1 ja 2).

Selvitystä varten olen haastatellut noin 50 asiantuntijaa, saanut käyttööni muistioita ja muuta kirjallista aineistoa, joita olen voinut käyttää selvitystä laatiessani. Haluan kiittää erityisesti Jouko Tuomistoa, Kimmo Peltosta, Kirsi Vähäkangasta, Tiina Santosta, Matti Vilukselaa, Tuula Heinosta ja Kai Savolaista tuesta, taustamateriaaleista ja neuvoista sekä kaikkia muita haastateltuja asiantuntijoita. Lisäksi kiitos Jari Keinä-selle työn valvonnasta ja kannustuksesta.

Selvityksen kirjoittamisessa oli suurta hyötyä Jouko Tuomiston, Kirsi Vähäkankaan ja Matti Vilukselan käyttööni laatimasta muistiosta (8.3.2018, 11 s.), jossa käsiteltiin toksikologian koulutusta, toksikologian tutkimusta ja sen nykytilaa sekä KTL:n/THL:n tekemiä toksikologisia konsultaatioita ja selvityksiä.

## 2 Johdanto

Suomen liittyminen 1.1.1995 Euroopan unioniin (EU) aiheutti suuria muutoksia maamme hallintoon ja lainsäädännön valmisteluun. Toksikologisen osaamisen kannalta merkittävimmät muutokset koskivat EU-lainsäädännön valmisteluun osallistumista ja siihen tarvittavia voimavaroja.

Käytännössä EU-jäsenyys tarkoitti, että suurin osa maastamme koskevasta lainsäädännöstä valmistellaan **yhdessä muiden jäsenvaltioiden kanssa**. Se tarkoittaa, että saadaksemme omat kantamme kuuluville, meidän pitää vakuuttaa muut jäsenmaat kannoistamme. Neuvostossa ja komission äänestävissä komiteoissa äänimäärämme on 7 ääntä (suurten jäsenmaiden (DE, FR, IT ja UK) äänimäärä on 29 ääntä). EU:n asiantuntijatyöryhmissä ei yleensä äänestetä, vaan pyritään yhteisiin ratkaisuihin. Tosin yhteiseen ratkaisuun pääseminen voi olla haasteellista. **Lisäksi lainsäädännön määrän ja vaativuuden voimakas kasvu** erityisesti kemikaaleihin liittyvissä asioissa on lisännyt merkittävästi viranomaisten, yritysten ja konsulttien työtaakkaa.

Kasvaneista vaatimuksista on aiheutunut ongelmia pienille ja pienehköille jäsenmaille, koska niiden toksikologisen osaamisen voimavarat ovat suuria jäsenmaita vähäisemmät. Lisäksi lainsäädännön valmisteluun ja toimeenpanoon tarvittavan ns. **hallinnollisen toksikologian** (regulatory toxicology) osuus kasvoi ja toksikologiseen tutkimukseen jäivät resurssit vähenivät.

Saman aikaisesti alkoi tämän kehityksen kanssa tärkeiden valtion sektoritutkimuslaitosten Kansanterveyslaitoksen (KTL)/Terveyden- ja hyvinvoinninlaitoksen (THL) ja Työterveyslaitoksen (TTL) toksikologian henkilöstöä vähennettiin kustannussäästöjen saamiseksi. Muutosten taustalla saattoi olla ajatus, että EU-jäsenyyden seurauksena monet asiat, joita hoidimme aiemmin itse, hoidettaisiin jäsenyyden ansiosta huomattavasti aiempaa suuremmin voimavaroin EU:n erillisvirastoissa ja tutkimuslaitoksissa. Tarvitsemme kuitenkin edelleen omaa korkeatasoista toksikologista osaamista, koska EU:n toimielimet tarvitsevat päätöksenteosaan kansallista asiantuntemusta useissa eri komiteoissa ja työryhmissä. Lisäksi ne hoitavat pääasiassa EU:n yhteisissä intresseissä olevia asioita. **Ne eivät puutu tai osallistu jäsenmaiden omien kansallisten toksikologisten ongelmien ratkaisuun.**

EU-jäsenyyden seurauksena **tietovirrat ja osaaminen kulkevat pikemminkin jäsenmaista yhteisöön päin, kun yhteisen päätöksenteon mahdollistamiseksi tietoa kerätään jäsenmaiden viranomaisilta, yrityksiltä, tieteellisiltä ja muilta asiantuntijoilta**. Kun kokonaisuutena yhteisön voimavarat ja lainsäädännön vaatimustaso nousivat huomattavasti, haasteet pienille ja pienehköille jäsenmaille toiminnan sisältöön vaikuttamisessa kasvoivat. Kehityksessä mukana pysyminen edellyttää voimavarojen ja osaamisen lisäämistä, ettei meistä tulisi pelkästään muiden jäsenmaiden päätösten seuraajia (ilman omaa asiantuntemusta).

Suomessa toksikologitilanteeseen vaikuttaa myös Helsinkiin perustettu **Euroopan kemikaalivirasto, ECHA**, joka on EU:n kolmanneksi suurin erillisvirasto. Tällä hetkellä siellä työskentelee noin 560 henkilöä, joista suomalaisten osuus on noin 30 prosenttia (noin 180 henkilöä). Suomalaisia toksikologeja tästä määrästä on arviolta 10 -15 henkilöä. Tämäkin määrä on Suomen kokoiselle maalle merkittävä. ECHA:n henkilöstöennusteen mukaan, kun aineiden rekisteröintivaihe päättyy 31.5.2018, viraston henkilöstömäärää on kuitenkin tarkoitus vähentää. Sitä ei kuitenkaan tiedetä, vaikuttaako mahdollinen muutos viraston toksikologien määrään tai tarpeeseen.

# 3 Mahdollisuudet ja reunaehdot perustaa monialainen toksikologinen keskittymä/yhteenliittymä

Toimeksiannossa mukana olevat valtion laitokset voidaan jakaa kahteen pääryhmää. THL ja TTL ovat ensi sijassa tutkimus- ja kehittämiskeskustyyppisiä tutkimuslaitoksia. Evira ja Tukes ovat valtion virastoja, joilla on erilaisia hallinnollisia toimeenpanotehtäviä. Evirassa on myös omaa tutkimustoimintaa noin 10 htv verran, joten se välimuoto virastosta ja tutkimuslaitoksesta.

THL ja TTL ovat tieteellisesti suuntautuneita valtion laitoksia, jotka tekevät yhteistyötä yliopistojen, järjestöjen ja kansainvälisen tiedeyhteisön kanssa. Ne edustavat valtionhallinnossa korkeinta alansa asiantunte- musta, tukevat ministeriöitä ja muuta hallintoa omalla vastuualueellaan alan kehittämässä. Lisäksi näillä valtion laitoksilla on erilaisia toimeenpano -ja koulutustehtäviä. Muista laitoksista poiketen TTL on valti- onapulaitos, jonka rahoituksen painopiste muuttui vuonna 2016 rahoittaja- ja markkinavetoiseksi. Laitoksen toiminnan rahoituksesta tulee yli 55 prosenttia muualta kuin valtion budjetista. Muut laitokset ovat ensi si- jassa budjettirahoitteisia, vaikka myös ne hankkivat osan rahoituksestaan valtion budjettirahoituksen ulko- puolelta. Tosin valtion sektoritutkimuslaitosten toksikologisen tutkimustoiminnan supistuminen vähentää tällaisen rahoituksen saantimahdollisuuksia toksikologiseen tutkimukseen.

## 3.1 Virastot

Evira ja Tukes ovat omien toimialojensa kansallisia vastuuviranomaisia. **Evira** tutkii ja valvoo, että Suo- messa elintarvikkeet ovat turvallisia ja laadukkaita ja että kasvit ja eläimet ovat terveitä ja voivat hyvin. Evira valvoo koko elintarvikeketjua luonnosta lautaselle: tuotantoa, markkinointia, tuontia ja vientiä. Turvallisu- den ja laadun varmistus alkaa maatilojen alkutuotannosta, metsistä ja vesistöistä ja ulottuu teollisuuteen, kuljetuksiin, kauppoihin ja suurtalouksiin. Evira varautuu ennalta elintarviketurvallisuutta vaarantaviin riskei- hin samoin kuin eläinten ja kasvien terveyttä uhkaaviin tauteihin.

Eviran toiminnalliset alueet ovat valvonnan johtaminen, ohjaaminen ja kehittäminen, laboratoriotoiminta, tieteellinen tutkimus ja riskinarviointi. Evira myös huolehtii eläinlääkäreiden laillistamisesta ja johtaa verkos- tomaisesti toimivaa Zoonosikeskusta. Evira toimii myös Euroopan elintarviketurvallisuusviranomaisen EF- SAn Focal Pointina eli kansallisena koordinaatiopisteenä.

Evirassa työskentelee yksi toksikologiaan perehtynyt tutkimusprofessori ja riskinarvioyksikössä kolme kemi- kaaliriskeihin perehtynyttä tutkijaa. Virastossa on myös muita henkilöitä, joiden työtehtävät liittyvät lähei- sesti riskinarviointiin ja riskinhallintaan, vaikka he eivät ole varsinaisia toksikologeja.

Uusi Ruokavirasto aloittaa toimintansa 1.1.2019. Eviran lisäksi uudeksi virastoksi yhdistyvät Maaseutuvi- rasto, Mavi, sekä osa Maanmittauslaitoksen tietotekniikkapalvelukeskus, Mitpasta. Samalla viraston henki- löstmäärä kasvaa arviolta muutamalla sadalla henkilöllä.

**Tukes** on lupa- ja valvontaviranomainen, joka edistää tuotteiden, palveluiden ja teollisen toiminnan turvallisuutta ja luotettavuutta. Tukes ei tee tutkimustyötä samalla tavalla kuin muut selvityksen valtion laitokset. Sen toiminnan tarkoituksena on suojella ihmisiä, omaisuutta ja ympäristöä turvallisuusriskeiltä. Tukesin toimialoja ovat mm. sähkö ja hissit, kemikaalituotantolaitokset, kaivosasiat, räjähteet, ilotulitteet, painelaitteet, mittauslaitteet, jalometallituotteet, pelastustoimen laitteet, rakennustuotteet, kuluttajaturvallisuus sekä tuotteiden energia- ja ekologinen tehokkuus. Sen tehtäviä ovat myös teollisuus- ja kuluttajakemikaalien ja biosidien tuotevalvontatehtävät, kasvinsuojeluaineiden sekä biosidien riskinarviointi-, hyväksymis- ja valvontatehtävät sekä kemikaalirekisterin ylläpito. Tukes on kemikaalien tuotevalvonnan kansallinen vastuutaho ja Helsingissä toimivan Euroopan kemikaaliviraston (ECHA) tärkeä yhteistyökumppani erityisesti EU:n REACH- ja CLP-asetusten toimeenpanossa.

FINAS-akkreditointipalvelu toimii itsenäisenä ja puolueettomana yksikkönä Tukesin organisaatiossa. Se toteaa päteväksi kalibrointi- ja testauslaboratorioita, sertifiointielimiä, tarkastuslaitoksia, vertailumittausten järjestäjiä sekä päästökauppa- ja EMAS-todentajia.

Tukes toimii kuuden ministeriön ohjauksessa. Tukesin hallinnollisesta ohjauksesta ja valvonnasta vastaa työ- ja elinkeinoministeriö (TEM). Lisäksi TEM sekä LVM, MMM, SM, STM ja YM ohjaavat yhteistoiminnassa virastoa kukin omalla toimialallaan.

Tukesin kemikaaliyksikössä työskentelee 81 + 6 (virkavapaalla) henkilöä, joista tohtoreita on 14. Toksikologeja noin 10. Toksikologeista tohtoreita on 1 toksikologi ja 2 ekotoksikologia.

Nämä molemmat virastot osallistuvat asiantuntijoina oman vastualueensa EU-lainsäädännön toimeenpanoon ja valmisteluun yhdessä ministeriöiden kanssa. Eviran EU-kumppanina on EU:n elintarviketurvallisuusvirasto (EFSA) ja Tukesin kumppanina Euroopan kemikaalivirasto (ECHA) sekä torjunta-aineasioissa EFSA. Virastojen henkilöstöstä osallistutaan maamme edustajina näiden EU-virastojen asiantuntijaryhmien työhön ja toisaalta ne myös toimeenpaneavat ja hoitavat EU-virastoilta saatuja toimeksiantoja. Osa näistä asiantuntijaryhmistä on tieteellisiä asiantuntijaryhmiä ja osa hallinnolliseen työhön ja päätösten valmisteluun painottuvia työryhmiä. Työ perustuu eri alojen tieteelliseen osaamiseen. Työhön liittyvää toksikologista osaamista kutsutaan hallinnolliseksi toksikologiaksi. Tehtävät ovat toksikologiaan ja muuhun sitä lähellä olevaan tieteeseen perustuvaa arviointia ja kansallista kannanmuodostusta sekä Suomen edustamista ja avustamista EU-lainsäädännön valmistelussa EU:n erillisvirastoissa ja komissiossa. Käsiteltävät asiakirjat ja ehdotukset valmistellaan - yleensä jäsenmailta saatuihin tietoihin perustuen - EU:n asianomaisissa organisaatioissa ja kansalliset asiantuntijat ottavat kantaa niiden sisältöön ja hyväksyttävyyteen. Työssä merkittävänä apuna ovat myös valtion asiantuntijalaitosten ja myös yliopistojen edustajat, jotka osallistuvat tieteellistä asiantuntemusta edellyttävien komiteoiden ja työryhmien toimintaan.

Selvityksen liitteenä on luettelot tällaiseen toimintaan osallistuvista henkilöistä.

## TAULUKKO LAITOKSISTA JA VIRASTOISTA

|              | THL   | TTL  | EVIRA  | TUKES   |
|--------------|---|--|--|---|
| Ministeriö   | STM   | STM, julkisoikeudellinen yhteisö, johtokunta, valtion osuus n. 45% | MMM  | TEM, 6 ministeriön tulosohejaus   |
| Toimiala     | tutkii ja seuraa väestön hyvinvointia ja terveyttä ja kehittää toimenpiteitä niiden edistämiseksi | työhyvinvoinnin asiantuntija, joka tutkii, palvelee ja kouluttaa   | elintarviketurvallisuus ja -laatu, kasvien ja eläinten terveys | lupa- ja valvontaviranomainen, joka edistää tuotteiden, palveluiden ja teollisen toiminnan turvallisuutta ja luotettavuutta |
| Toimipaikat  | Helsinki (2), Kuopio, Oulu, Tampere, Turku  | Helsinki (3), Oulu, Kuopio, Tampere, Turku                         | Helsinki, Joensuu, Kuopio, Lappeenranta, Loimaa                | Helsinki, Tampere, Rovaniemi  |
| Henkilöstö   | 969   | noin 450   | 670  | 250 (kemikaaliyksikkö 81+6)   |
| Toksikologit | 2   | 9  | 1+3  | noin 10   |

## 3.2 Tutkimuslaitosten tilanne

**Tutkimuslaitoksista** eniten toksikologeja on työskennellyt Työterveyslaitoksessa ja Kansanterveyslaitoksessa/Terveysten ja hyvinvoinnin laitoksessa.

**Kansanterveyslaitoksessa** oli 2000-luvun alussa tutkimusprofessori, 5-6 professorin/dosentin pätevyistä tutkijaa ja ulkopuolisella rahoituksella (EU, Suomen Akatemia) 5-8 väitöskirjan tekijää. Koe-eläinyksikkö mukaan lukien henkilökuntaa oli toksikologiassa noin 40 henkeä. Vuonna 2018 THL:ssä on yksi dosentin pätevyinen ylilääkäri, yksi dosentin pätevyinen erikoistutkija ja yksi laborantti. Eläköitymisten takia resurssit ovat edelleen pienenemässä. Esimerkiksi toksikologisen riskinarvioinnin resurssi on hyvin pieni, vaikka THL:n vastuualue - yleinen terveydensuojelu - on selvityksen laitoksista laajin. Jos tilanteelle ei tehdä mitään lähes ainoa tapa saavuttaa turvallinen osaamistaso uudelleen olisi ulkomainen rekrytointi ja se kestäisi ainakin vuosikymmenen. Nyt on siis lähes viimeinen hetki varmistaa riittävän ammattitaidon säilyminen Suomessa.

Toksikologisen tutkimuksen ja riskinarvioinnin resursseja on supistettu myös **Työterveyslaitoksessa** (TTL) viimeisten 15 vuoden aikana. Vuonna 2000 toksikologiseen tutkimukseen ja riskinarviointiin käytettiin kaikkiaan noin 100 - 110 henkilötyövuotta. Näistä henkilöistä kaikki eivät olleet toksikologeja, mutta heidän tehtävänsä oli myötävaikuttaa riskinarviointiin toksikologista tutkimusta tekemällä tai sitä tukemalla (esimerkiksi



riskinarviointiyksikön toiminta, kemiallinen tutkimustoiminta, riskinarviointiin tähtäävä altistumisen tutkiminen työpaikoilla ja laboratoriossa). Varsinaisia toksikologeja oli noin 45 henkilöä. Toimintaa tuki myös pieni osa (3 – 4 henkilöä) Epidemiologian ja biostatistiikan henkilöstöstä kemiallisia aineita koskevilla epidemiologisilla tutkimuksilla (altisteiden aiheuttaman lisäriskin selvittäminen). Nämä resurssit on laskettu mukaan edellä olevaan arvioon. Nykyään Työterveyslaitoksella on käytössään toksikologiseen tutkimukseen ja riskinarviointiin 9 henkilötyövuoden työpanos. Tutkimukseen liittyvät laboratoriot on lakkautettu lukuun ottamatta genotoksikologian laboratoriota, missä tehdään edelleen kemiallisiin aineisiin liittyvää kokeellista tutkimustyötä.

### 3.3 Yhteenliittymä

Toimeksiannon mukainen sanamuoto, jossa todetaan että, "voidaanko rakenteellisten muutosten avulla perustaa **yhteenliittymä**, jossa ihmisen terveyteen haitallisesti vaikuttavia kemikaaleja tutkitaan ja toksikologista osaamista kehitetään ja ylläpidetään kokonaisvaltaisesti". Lisäksi yhteenliittymän tehtävistä todetaan, että siinä **pitää tutkia kemikaaleja sekä kehittää ja ylläpitää toksikologista osaamista**.

Tehtävän ratkaiseminen on selvityksen ydin. Se on myös vaikea ratkaista, koska tällaisiin tehtäviin aiemmin osallistuneet valtion laitosten yksiköt ovat säästövelvoitteiden vuoksi supistettu lähes olemattomiksi. **Sen vuoksi ei ole mahdollista siirtää selvityksen kohteena olevista valtion asiantuntijalaitoksista henkilöstöä mahdollisiin uusiin yksiköihin**. Se voisi romahduttaa näiden laitosten toksikologisen osaamisen lopullisesti. Laitokset tarvitsevat toksikologejaan ja toksikologit laitoksiaan.

Koska selvityksen kohteena olevien valtionlaitosten toksikologinen osaaminen on supistunut jo lähes olemattomaksi, **ainoa mahdollisuus toiminnan pelastamiseksi on laitosten toimintaedellytysten vahvistaminen**. Toimintaedellytysten vahvistaminen antaa myös mahdollisuuden **kehittää ja syventää tutkimuslaitosten ja yliopistojen välistä yhteistyötä**.

Valtion tutkimuslaitosten ja yliopistojen välillä on sopimukseen perustuva yhteistyövelvoite, joka on toiminut toksikologian alalla hyvin silloin, kun valtion tutkimuslaitoksissa tehtiin paljon toksikologista tutkimusta. Kun valtion tutkimuslaitoksissa tällainen tutkimustoiminta hiipui, on yhteistyö samalla vähentynyt merkittävästi.

# 4 Opetuksen tarkoituksenmukaisuus, määrä ja laatu

## 4.1 Johdanto

Toksikologia ja siihen liittyvä riskinarviointi arvioivat parhaan tämänhetkisen tiedon pohjalla kemiallisten aineiden ja muiden vastaavanlaisten tekijöiden (esim. ilman pienhiukkasten, säteilyn, kasvinsuojeluaineiden) vaikutuksia terveyteen ja hyvinvointiin, ekotoksikologia eliöiden populaatioiden selviytymiseen.

Tämän takia toksikologinen asiantuntemus edellyttää (1) ymmärrystä kemiallisten aineiden ja muiden tekijöiden ominaisuuksista, sekä (2) ihmisen ja muiden eliöiden rakenteesta ja toimintaperiaatteista eli fysiologiasta, biokemiasta ja patologiasta.

Näiden edellytysten takia toksikologisen riskinarvioinnin **ammattitaidon rakentaminen** edellyttää

- Soveltuvan peruskoulutuksen, jossa on pohja sekä aineiden ominaisuuksien että ihmisen ja muiden eliöiden toiminnan ymmärtämiselle (biologia, kemia). Toksikologian maisterin tutkinto johtaa ao. perusvalmiuksien saavuttamiseen, mutta myös muu soveltuva ylempi korkeakoulututkinto kuten lääketieteen, eläinlääketieteen, farmasian, biologian, ympäristötieteen tai kemian/biokemian, tarvittaessa täydennettynä ihmisen biologian ja fysiologian osaamisella, johtaa riittäviin valmiuksiin.
- Perehtyminen riskinarviointiin on suureksi osaksi käytännön harjoitukseen perustuva oppimisprosessi, jota voi verrata lääkärin koulutukseen, eli sen pitää sisältää sekä teoreettisia opintoja että jatkuvaa käytännön harjoittelua kokeneiden toksikologien ohjauksessa. Riskinarvioinnin käytännön koulutus toteutuu hyvin myös työssä oppimisen kautta, kun peruskoulutus on kunnossa. Kaiken kaikkiaan jatkokoulutuksen ei tarvitsisi välttämättä johtaa tohtorin tutkintoon, mutta yliopistojen nykyisen rahoitusmallin johdosta muunlaiset ratkaisut ovat käytännössä taloudellisista syistä mahdottomia.

Monissa hallinnon ja elinkeinoelämän tehtävissä toksikologian maisteri pystyy toimimaan kokemusta saatuaan vaativissakin tehtävissä. Tällaisia ovat esimerkiksi monet hallinnolliseen toksikologiaan liittyvät riskinarviointi- ja riskinhallintatehtävät. Toisaalta kansainvälisen tiedon ymmärtäminen ja sen pohjalla tehtävä riskinarviointi saavutetaan tyypillisesti oman tutkimuksen kautta, eli käytännössä tieteellisen tohtorinkoulutuksen puitteissa.

Toksikologisen riskinarvioinnin **ammattitaidon ylläpitäminen ja edistäminen** vuorostaan edellyttää vahvan yhteisön (ns. kriittinen massa). Myös jo pätevöityneiden toksikologien ammattitaito säilyy ja edistyy parhaiten koulutusympäristössä, jossa ohjataan nuorempia (esim. väitöskirjan tekijöitä) ja joudutaan siinä syventämään ja ajantasaistamaan omia tietoja ja taitoja.

Koska kemikaalimaailma muuttuu jatkuvasti ja nopeasti, pelkästään koulutuksen aikana saatu tieto vanhe-  
nee nopeasti. Siksi kyky lukea tieteellistä kirjallisuutta, yhteydet maailman toksikologiyhteisöön (esim. kongressit) ja verkostoituminen ovat olennaisia edellytyksiä erityisesti uusia toksikologeja kouluttaville.

Nykyisin kemikaalihallinto toteutetaan yhteisten EU-säädösten vuoksi **EU-tasolla**. Siksi maan selviytyminen ja sananvalta esim. Euroopan Unionissa tai kansainvälisillä foorumeilla, esim. YK- tai OECD-tasolla riippuu omien ammattilaisten kyvyistä esiintyä tasavertaisesti suurempien maiden parhaiden asiantuntijoiden kanssa.

Hallinto joutuu usein ristiriitatilanteisiin esim. järjestöjen sinänsä oikeutettujen, mutta usein yksipuolisten tavoitteiden ja toisaalta teollisuuden tuotteitaan puolustavien näkemysten välissä. Jos hallinnolla ei ole käytössään asiantuntevaa tieteelliseen tietoon perustuvaa näkemystä, se päätyy tekemään ratkaisuja mielikuvien eikä tieteen pohjalla.

## 4.2 Yliopistot

Suomessa on toksikologian **professuureja** Itä-Suomen yliopistossa Kuopiossa vuodesta 1977 ja Helsingin yliopiston eläinlääketieteellisessä tiedekunnassa vuodesta 2001 lähtien. Toksikologiasta on väitellyt noin 30 tohtoria ja jatkokoulutuksen ilman tohtorin tutkintoa tai väittelemällä muulta alalta suorittanut saman verran. Vanhimmat ovat jo eläkkeellä tai eläköitymässä.

Yleisen toksikologian maisteriohjelmasta on vuosina 2002 – 2017 valmistunut 69 filosofian maisteria.

Toksikologian tohtoritutkinnon Suomessa suorittaneita vuosina 1980 – 2017 on arviolta kaikkiaan noin 50.

Rekisteröityjä toksikologeja on Suomessa tällä hetkellä **63 kpl** (2016). He ovat sijoittuneet hyvin työelämään, ja tarve on ollut suuri eri tehtäviin, joista läheskään kaikki ei ole Suomen viranomaistoimintaa (esim. elinkeinoelämä ja ECHA). Suomen toksikologiyhdistyksessä on noin **190 jäsentä**, mutta toksikologiyhdistyksen jäsenyys ei edellytä rekisteröidyn toksikologin statusta.

**Itä-Suomen yliopiston toksikologian oppiaineessa** on kaksi toksikologian professoria ja lisäksi toksikologiassa yksi erikoistutkija, yksi yliopistotutkija ja yksi tutkijatohtori, sekä 5 jatkokoulutettavaa. Farmakologian oppiaineessa, joka on toksikologian sisartiede, on kaksi professoria, ja lisäksi kaksi lehtoria. Kansanterveys-tieteen ja kliinisen ravitsemustieteen yksikössä on ravitsemustoksikologian osa-aikainen professori.

**Saman yliopiston Ympäristö- ja biotieteiden laitoksella** on yksi professori ja yksi yhteinen (50 %) professuuri farmasian laitoksen kanssa, kolme yliopistotutkijaa, yksi yliopistonlehtori, sekä täydentävällä rahalla yksi akatemitutkija (yliopistotutkija Tenure track), yksi yliopistotutkija ja 10 nuorempaa tutkijaa (väitöskirjantekijää). Helsingin yliopiston eläinlääketieteellisessä tiedekunnassa on yksi toksikologian professori ja yksi väitöskirjatyön tekijä.

Organisoitu maisteritasoinen **toksikologian koulutus** Itä-Suomen yliopistossa on keskittynyt tällä hetkellä toksikologian oppiaineen alla toimivaan toksikologian kansainväliseen maisterinkoulutusohjelmaan, jonka sisäänotto on noin 20–30 opiskelijaa vuodessa, näistä nykyään on yli puolet suomalaisia. Ohjelman kurseja hyödyntävät jossakin määrin sekä tohtorinkoulutettavat koulutuksensa teoreettiseen osuuteen, että muut ylemmän korkeakoulututkinnon opiskelijat (esim. proviisori- ja ympäristötieteen opiskelijat) sekä työssä olevat ammattilaiset (esim. työterveyslääkärit). Toksikologian jatkokoulutuksesta vastaa farmasian laitoksen ohella ympäristö- ja biotieteiden laitoksen toksikologiaan liittyvät tutkimusalat sekä muut edellä mainitut yksiköt.

Tarkemmat tiedot ovat selvityksen liitteenä olevassa taulukossa.

**Helsingin yliopiston elintarvikehygienian ja ympäristöterveyden osaston** tutkimus ja opetus käsittelevät laajasti elintarvikkeiden, eläinten, veden ja ympäristön välityksellä leviäviä, ihmisille sairastumista aiheuttavia bakteereita, viruksia ja toksiineja sekä elintarvikkeiden pilaajabakteereita ja ympäristöterveydenhuollon valvontaa. Osaston tutkimus on arvioitu kansainvälisissä arvioinneissa erittäin korkeatasoiseksi.

Osaston opetus koostuu viidestä oppiaineesta, joista yksi on elintarvike- ja ympäristötoksikologia, josta vastaa toksikologian professori. Osasto antaa opetusta **elintarvike- ja ympäristötoksikologian** oppiaineesta kuudennen (eli viimeisen) vuosikurssin **eläinlääketieteen opiskelijoille**. Opetus koostuu luennoista (teoreettiset perusteet ja lainsäädäntö), ryhmätöistä (Suomen oloissa keskeiset toksiinit) sekä laboratorioharjoituksesta (Amesin testi) ja -demonstraatiosta (elintarvikkeiden radioaktiivisuuden mittaaminen). Luennot ovat avoimia, ja niille on osallistunut aina aika ajoin muitakin kiinnostuneita.

**Tampereen yliopiston** Lääketieteen ja biotieteiden tiedekuntaan on perustettu vuonna 2008 valtakunnallinen keskus FICAM, joka on eläinkokeille vaihtoehtoisten menetelmien asiantuntijakeskus Suomessa. FICAMin tavoitteena on kehittää eläinkokeita korvaavia ja/tai niitä täydentäviä 2D- ja 3D-kudosmalleja erilaisien yhdisteiden kuten lääkeaineiden, teollisuuskemikaalien, säilöntäaineiden ja kosmeettisten aineiden tehon ja turvallisuuden testaamiseen sekä biolääketieteelliseen perustutkimukseen.

FICAM keskittyy in vitro solu-, kudos- ja elinmallinen kehittämiseen viranomaisten hyväksymiksi validoiduiksi testeiksi. FICAM:in muita tehtäviä on kouluttaa osaajia ja toimia alueen asiantuntijana ja edistäjänä mm. viranomaisille Suomessa ja EU:ssa. FICAM:in johtaja on Suomen PARERE (Preliminary Assessment of Regulatory Relevance) -henkilö komissiolle. FICAM on myös OECD:n sertifioima ja EU komission virallinen Suomen validointi- ja referenssilaboratorio.

FICAMilla on korkeatasoinen GLP (Good Laboratory Practice) laboratorio. Kaikki FICAMin validaatiotutkimukset ja toksisuustestit tehdään GLP:ssä.

Noin 20 hengen henkilökunta muodostuu kahdesta professorista, joista toinen on FICAM:in johtaja, vanhemmista tutkijoista (joista kaksi tohtoria ja yksi FL), tohtorikoulutettavista (2), ja GLP- koulutuksen saaneesta teknisestä laboratoriohenkilökunnasta.

FICAMin johtaja on Suomen edustaja EU:n tasolla toimivassa eläinkokeille vaihtoehtoisia testejä arvioivassa PARERE (Preliminary Assessment of Regulatory Relevance, Article 47(5) of Directive 2010/63/EU) verkossa.

Jyväskylän yliopistossa on bio- ja ympäristötieteen laitoksella korkeatasoista ekotoksikologian osaamista. Muissa yliopistossa on myös sekä solumallien kehittämisosaamista että eläintoksikologiaan liittyvää osaamista ja testauspalvelua.

## 4.2.1 Yliopistojen tilanne

Yliopistot vastaavat sekä peruskoulutuksesta, että tohtorikoulutuksesta. Ne ovat oleellinen osa myös toksikologian asiantuntijakoulutusta.

Jotta yliopiston kyky tuottaa asiantuntemusta, asiantuntijoita ja uutta tietoa säilyisi, tarvitaan perusresurssit peruskoulutukseen, jatko-opintoihin ja tutkimustyöhön. Tärkein resurssi yliopistoissa ovat alan professorit ja senioritutkijat, jotka vastaavat tutkimus- ja koulutusohjelmista. Ilman näitä pitkälle koulutettuja tieteen ammattilaisia mikään tutkimusala ei säily Suomessa, ei myöskään toksikologia. Tieteellinen riskinarviointi nojaa vahvasti tieteelliseen luku- ja kirjoitustaitoon, jota ei voi saavuttaa muutoin kuin tieteellisellä koulutuksella.

Nimenomaan toksikologialle alan perustutkimuksen säilyminen Suomessa on elintärkeää, koska riskinarviointi nojaa alan ajankohtaiseen tietoon. Moderneilla epidemiologian, solubiologian, fysiologian, molekyylibiologian ja biofysiikan tutkimusmenetelmillä saatuja tuloksia voidaan usein suoraan soveltaa riskinarvioinnissa. Ihmisfysiologian lisäksi koe-eläinten biologia ja fysiologia olisi hallittava koska suuri osa toksisuustestauksesta hyödyntää edelleen eläimiä, eikä ole näkyvässä, että lähitulevaisuudessa niistä voisi luopua ihmisten terveyttä vaarantamatta.

Koe-eläintutkimuksille vaihtoehtoisia menetelmiä kehitetään kuitenkin jatkuvasti, ja tällaisten menetelmien käyttö ja merkitys lisääntyy kaiken aikaa. Myös lainsäädäntö edellyttää yhä enemmän muiden kuin eläinkokeisiin perustuvien menetelmien käyttöä. Tämän vuoksi etenkin hallinnolliseen toksikologiaan liittyvissä asiantuntijatehtävissä on virkamiesten ja asiantuntijoiden otettava yhä useammin kantaa myös vaihtoehtoisten tutkimusten tuloksiin, erityisesti muuta toksikologista tietoa tukevana ja täydentävänä tietona.

Yliopistojen toksikologiaan liittyvät ongelmat tällä hetkellä ovat liian **pienet resurssit**, josta syystä esimerkiksi koe-eläinurssilla ei enää voi tehdä varsinaisia eläintöitä, eikä toksikologian muilla kursseilla voi enää tehdä käytännön laboratorioharjoituksia. Toinen suuri ongelma on tieteellisen **tutkimuksen mahdollisuuksien jatkuva kaventaminen** yliopistoissa.

## 4.3 Ruotsin malli (Swetox, Swedish Toxicology Sciences Research Center)

Ruotsissa perustettiin tammikuussa 2014 akateemisen yhteistyön resurssiksi Swetoxin, joka on 11 ruotsalaisen **yliopiston** yhteenliittymä. Sen tarkoituksena on tukea **maan kemikaalivalvonnan tavoitteiden saavuttamista ja vahvistaa kansainvälistä yhteistyötä**. Keinoina ovat alan tutkimuksen, koulutuksen ja yhteiskunnallisen vuorovaikutuksen edistäminen.

Mukana olevat yliopistot halusivat lisätä alan tieteidenvälistä yhteistyötä. Swetox-konsortio kattaa kemikaali, terveys ja ympäristöasiat sisältäen kaiken tyyppiset ihmisten valmistamat kemikaalit, kuten lääkkeet, teollisuuskemikaalit, kosmetiikan ja torjunta-aineet. Jokainen yliopisto myötävaikuttaa tutkimuskeskuksen toimintaan oman erikoisalansa mukaisesti yhdellä tai useammalla tutkimusalueella.

Swetoxin osaamisalueet kattavat mm. sellaiset alat, kuten työ- ja ympäristölääketiede, ekotoksikologia, epidemiologia, nanoturvallisuus, materiaalitieteet, lisääntymis- ja kehitystoksikologia, seosten toksikologia, ympäristökemia, ympäristölainsäädäntö ja terveystaloustiede. Toiminnan prioriteetteina ovat hormonitoimintaa häiritsevät kemikaalit sekä lääkkeet.

Swetox tekee tieteellistä perustutkimusta ja soveltavaa tutkimusta sekä osallistuu tutkimusmenetelmien kehittämiseen. Tutkimusta tehdään esimerkiksi hormonitoimintaa häiritsevistä aineista (EDC) ja seoksista

(EDC-MixRisk ja EDC-2020), inhalaatio toksikologiasta (The Swedish Pulmonary Network) sekä tutkimusmenetelmien kehittämisestä (esimerkiksi 3M (Mechanisms, Models, Markers) ja 3R (Reduce, Refine, Replace) periaatteiden toimeenpano).

Tutkimuksen ja koulutuksen lisäksi Swetox tekee yhteistyötä viranomaisten, elinkeinoelämän ja järjestöjen (NGO) kanssa. Keskus on mukana myös lääketurvallisuusallustassa (platform) SwePharmaSafe ja nanoturvallisuusallustassa SweNanoSafe.

Swetox keskusta ohjaa johtokunta (board), johon kuuluvat puheenjohtaja ja edustaja kaikista 11 mukana olevasta yliopistosta. Keskusten toimintaa johtaa professori apunaan 5 henkilön hallintoyksikkö. Kaikkiaan keskuksessa on henkilökuntaa noin 40 htv. Keskus sijaitsee Södertäljessä ja se on yksi Karolinska institutiin yksikkö.

Keskusten toiminta on rahoitettu toistaiseksi viideksi vuodeksi siten, että kolmen ensimmäisen vuoden budjetti on 145 miljoonaa SEK (noin 14,3 miljoonaa euroa) ja kahden seuraavan vuoden budjettiin on varattu 20 miljoonaa SEK (noin 2 miljoonaa euroa).

Keskusten rahoituksesta vastaavat Karolinska Institute, FORMAS (Ruotsin tiedoneuvosto), Knut ja Alice Wallenbergin säätiö sekä Tukholman maakuntaneuvosto.

Lisäksi Swetox on hankkinut ulkopuolista tutkimusrahoitusta esimerkiksi Euroopan komissiosta Horizon ohjelmasta (yli 6 miljoonan euron Mix-Risk-hanke).

Suomalaisista valtion tutkimuslaitoksista THL on mukana Swetoxin Mix-Risk hankkeessa.

Keskuksessa on vuodesta 2014 alkaen tehty/aloitettu 39 tutkimusprojektia. Uusia tutkimushakemuksia tehtiin vuonna 2017 31 kappaletta.

Swetox osallistuu yhdessä yliopistojen kanssa koulutuksen edistämiseen toksikologian maisteri- ja tohtoritutkintoja varten. Swetox- konsortio on solmukohta, joka järjestää yliopistoille tiedotustukea sekä antaa verkkosivut ([www.swetox.se](http://www.swetox.se)) niiden käyttöön. Keskuksella on yhteyksiä esimerkiksi ruotsalaisiin viranomaisiin ja teollisuuteen.

Lisäksi Swetox järjestää alalla työskenteleville, opiskelijoille ja asiasta kiinnostuneille kursseja toksikologian alalta.

Swetox toimii Södertäljessä AstraZenecan entisissä tiloissa ja laboratorioissa. Keskuksella on GLP (Good Laboratory Practice) -status toksikologisissa tutkimuksissa sekä analyttisessä ja kliinisessä kemiassa. Swetoxin toimitilat Södertäljen Gärtunassa mahdollistavat kokeellisen tutkimuksen kemiallisissa analyysissä (bioanalyysit), in vitro menetelmien käytössä ja in vivo toksikologiassa.

Swetox -keskuksen johtaja ilmoitti Suomen vierailun yhteydessä, että he ovat erittäin kiinnostuneita lisäämään ja vakiinnuttamaan alan pohjoismaista yhteistyötä esimerkiksi Pohjoismaiden ministerineuvoston (Norden) kautta.

# 5 Valtionhallinnossa työskentelevien riskinarvioiden profiilit ja toksikologisen osaamisen tarpeet

## 5.1 Toksikologian hyöty

Koulutettuja toksikologeja on hyödynnetty kemikaalien ja lääkkeiden haittojen estämisessä sekä hallinnon että kemian teollisuuden ja lääketeollisuuden puolella kemikaalien ja lääkeaineiden toksikologisessa riskinarvioinnissa, teollisuuden ympäristö- ja työturvallisuusriskien arvioinnissa sekä hallinnon että elinkeinoelämän itsensä puolella. Lisäksi asiantuntija-apua on tarvittu sattuneiden onnettomuuksien ja saastumisepidemioiden hoitamisessa (esim. Äänekosken rehuhiivapäästöt, Kärkölän pohjaveden saastuminen, useiden satojen sahanpohjajätöntien arviointi, Kilpilahden vinyylikloridisynteesin jätteiden aiheuttamien dioksiiniriskien arvioiminen, Kyläsaaren jätteenpolttolaitoksen alueen rakennuskelpoisuuden arvioiminen, Tikkurilan vanhan lyijysulaton aiheuttamien maa-alueiden rakennuskelpoisuuden arvioiminen, Belgian dioksiinikatastrofin vaikutusarvioihin osallistuminen, Talvivaaran kaivoksen vesistö päästöjen toksisuuden arvioiminen, jne.). Tapauksia on ollut useita ja todennäköisesti niitä tulee myös tulevaisuudessa.

Riskinarvioinnin keskeisin tehtävä on estää kemikaalien terveyshaitat ennakolta, tapahtuipa tämä sitten ennakoon lupamenettelyjen tai myöhemmin esiin tulleiden ympäristö- ja muiden ongelmien yhteydessä.

Toksikologista osaamista on tarvittu **viranomaisten konsultaatiotahona** lähes päivittäin, ja erityisesti jos paljastuu ongelmatapauksia, joihin tarvitaan pikaisia vastauksia. Toksikologit ovat myös toimineet lukuisissa tieteellisissä ja hallinnollisissa komiteoissa, johtokunnissa, toimikunnissa ja työryhmissä kotimaassa (esim. Lääkintöhallitus, Lääkelaitos, Fimea, Lääkelautakunta, Myrkkyaasiain neuvottelukunta, Ilmansuojelun neuvottelukunta, Kemiallisten aineiden terveysvaarojen arviointineuvosto Toksikologian asiantuntijaryhmä (Toxas), Energiakomitea, Terveysturvallisuuslakikomitea, Kemikaalineuvottelukunta, Uuselintarvikelautakunta) että EU-tasolla ja kansainvälisesti (esim. EU ja EU:n erillisvirastot, kuten ECHA ja EFSA, WHO, WHO Collaboration Centre, pohjoismaiset työryhmät). Lisäksi tutkimuslaitoksissa on laadittu lukuisia yksittäisiä lausuntoja ajankohtaisista ongelmista sekä valtionhallinnolle ja kunnille että yrityksille (esim. kaivosasioista, saastuneista maista, päästöistä ilmaan jne.).

Kaksi seurausiltaan massiivista, ammattitaitoa vaatinutta tapausta voidaan mainita esimerkkeinä onnistuneen riskinarvioinnin vaikutuksista. Jos Suomessa ei olisi ollut Tshernobylin ydinonnettomuuden jälkeen vuonna 1986 valmiutta ymmärtää tapahtumaketjua soiden radioaktiivisuuden rikastumisesta turpeenpolton tuhkaan ja sitä kautta täyteaineena rakentamisessa käytettyyn betoniin, olisi jossakin vaiheessa huomattu rakennusten aiheuttavan säteilyturvamääräykset ylittävät säteilymäärät. **Tuhansia asuntoja olisi voinut mennä asumiskieltoon** ja ehkä purkuun.

Jos Suomessa ei olisi ollut Euroopan Unionin tiukkojen dioksiinimääräysten laatimisen aikaan tutkimukseen perustuvaa tietoa sekä ammattitaitoa arvioida vakuuttavasti dioksiinien riskien suuruutta verrattuna niiden terveydellisiin hyötyihin, **Itämeren silakan kalastus olisi loppunut** vuonna 2000.

Esimerkiksi toksikologisella tutkimuksella on myös edesautettu syöpävaarallisten aineiden pitoisuuksien pienenemistä suomalaisissa juomavesissä, niin että sillä on **estetty todennäköisesti useita tuhansia syöpätapauksia**.

Ennalta ehkäisevän toksikologian erityispiirre on vaikutusten huomaamattomuus. Se on tyypillistä kaikelle ennaltaehkäisevälle työlle. Tällaisia varsin suuria hyötyjä yhteiskunnalle on vaikea muuttaa kustannuksiksi, mutta varovaisestikin arvioiden toksikologiset selvitykset ovat Suomessa **maksaneet moninkertaisesti takaisin siihen tehdyt investoinnit**. Toksikologisen riskinarvioinnin rapautuminen tulee yhteiskunnalle kalliiksi. Viranomaisille on äärimmäisen tärkeää, että he voivat luottaa saamansa tuen oikeellisuuteen ja esille nostetaan ongelmia ja asioita, joilla on todellista relevanssia. Esimerkiksi viranomaisten on hyvä tiedostaa, että esimerkiksi ilmastonmuutos tulee vääjäämättä aiheuttamaan Suomessakin ongelmia elintarvikkeiden turvallisuudelle.

Työtoksikologian avulla on estetty lukuisia pitkäaikaismyrkyllisyydestä aiheutuvia sairauksia, joita aiheutuu syöpävaarallisista kemikaaleista, kuten asbestista ja muista kuiduista ja pölyistä. Nykyiset sisäilmaongelmat eivät myöskään ratkea ilman toksikologisia tutkimuksia mikrobiologian ohella.

Toksikologia estää haitallisten tekijöiden aiheuttamia sairauksia ja kuolemia, mutta toisaalta arvio siitä, milloin turvallisuus on kohdallaan ja mahdolliset hälyt ja huolet ovat aiheettomia, on ensiarvoisen tärkeää. Vakuuttava ammattitaito on usein välttämätöntä eri suuntiin vetävien painostusryhmien pyrkiessä argumentoimaan tieteellisesti kestävämmillä väitteillä.

## 5.2 Riskinarvioinnin tarpeet tutkimuslaitoksissa

Riskinarviointi on kiinteä osa kaikkea toksikologien koulutusta. Yliopistokoulutus voi kuitenkin antaa vain valmiuksia riskinarviointiin. Riskinarvioinnille on keskeistä kokemus ja työssä oppiminen.

Yksittäinen tutkimus ei yleensä riitä vastaamaan haluttuun kysymykseen. Vastauksia saa ainoastaan hyödyntämällä kokeneen asiantuntijan ammattitaitoa ja kykyä perehtyä monipuolisesti tutkimuksiin. Vain ehkä sadasosa hallinnon tarvitsemasta tiedosta syntyy oman maan yliopistoissa tai tutkimuslaitoksissa. Loput 99 prosenttia tutkijat keräävät maailmalta, kaikissa maissa yhteensä tehdyistä tutkimuksista.

Pystyäkseen keräämään tuon tiedon maailmalta tutkijoiden pitää tehdä oma osuutensa maailman tutkimuksesta. Heillä täytyy olla kansainvälinen koulutus ja kontakteja, heidän täytyy käydä alan laitoksissa ja kongresseissa ja heidän tulee lukea muiden tekemiä tutkimuksia. Tutkijoiden täsmällisillä ”omilla” tutkimusaiheilla ei ole kovin paljon merkitystä, kunhan ne lisäävät alan tutkijoiden ymmärrystä omalla alallaan.

Erityisesti väitöskirjatutkimus antaa valmiuksia sekä työn tekijälle että ohjaajalle. Ohjaaja joutuu perehtymään tutkimusaiheeseen hyvin perusteellisesti voidakseen ohjata työtä, ja väitöskirjatyöntekijä on hyvin keskeinen toimija tiedon hakemisessa tieteellisestä kirjallisuudesta. Kokeneenkin auktoriteetin näkökulma on rajallinen, ja hän jää helposti ajastaan jälkeen, ellei hän ohjaa nuorempia tutkijoita, seuraa alan kirjallisuutta ja keskustele jatkuvasti kollegoiden kanssa.



Tutkimukseen hyvin perehtyneellä sektoritutkimuslaitoksen asiantuntijalla pitää olla valmius vastata useimpiin hallinnon kysymyksiin päivissä tai viimeistään viikoissa ammattitaitonsa ja kirjallisuuden perusteella, jos tietoa ylipäänsä on saatavilla.

**Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen (THL)** toksikologinen asiantuntemus on vähentynyt ja kapeutunut. THL:n vastuualue verrattuna muihin selvityksen kohteena oleviin valtion sektoritutkimuslaitoksiin on laajin. Sen vuoksi siellä tarvittaisiin hiukan eri tavoin orientoituneita varttuneita tutkijoita (ilmansaasteet, ympäristön kemikaalit, etenkin pysyvät kemikaalit ja raskasmetallit, syöpävaaralliset aineet). Laitoksen ammattitaitoa kaventaa myös eläinkokeiden suoritusmahdollisuuksien loppuminen, tosin sitä voidaan kompensoida yhteistyöllä Itä-Suomen yliopiston kanssa, vaikka myös siellä resurssit ovat koko ajan vähenemässä. **THL:n toksikologisten voimavarojen puute on maamme suurin toksikologista osaamista koskeva ongelma.** Laitoksen edustajien mukaan tavoiteltavana toksikologimääränä voidaan pitää vähintään 5-6 pätevää tutkijaa, joista ainakin 3-4 vähintään dosentin pätevyistä, joilla olisi kullakin ohjattavanaan ainakin yksi jatkokoulutettava.

**Työterveyslaitoksella (TTL)** on tällä hetkellä valtion sektoritutkimuslaitosten selvästi suurin toksikologiresurssi, vaikka sekin on paljon pienempi kuin aiemmin. Toksikologia ei tällä hetkellä ole laitoksen strategian mukainen prioriteetti. Vaikka työtoksikologian merkitys on vähentynyt, TTL kuitenkin tarvitsee välttämättä toksikologista osaamista tehtäviensä hoitamiseksi. Nykyistä resurssia (9 toksikologia) voitaneen kuitenkin pitää riittävänä. Se on kuitenkin yksi keskeinen osa laitoksen toimintaa. Lisäksi tarvitaan uusia henkilöitä eläköityvien tilalle. Laitoksen vastuulle kuuluu Vakavien kemiallisten vaaratilanteiden osaamiskeskus (C-osaamiskeskus), joka sopii huonosti TTL:n toimialaan. Laitoksen edustajat ovat katsoneet, että se voisi sopia paremmin myös jollekin muulle valtion tutkimuslaitokselle.

## 5.3 Riskinarvioinnin tarpeet hallinnossa

Hallinnon puolella toksikologian osaamisen lisäksi on tunnettava myös hallinnon menettelytavat ja kyseisen alan lainsäädäntö. Niiden mukaisesti määritellään päätöksenteon prosessit ja toimintavaltuudet ja -oikeudet sekä toksikologiaan liittyvät tehtävät.

**Eviralla** on vastuullaan suurimmalta osin elintarvike- ja tuotantoeläintoksikologian käytännön valvonta- ja neuvontatehtävät. Suurin osa asiantuntijoista on saanut koulutuksensa muuhun (esim. elintarvikehygieniaan ja eläinlääketieteeseen) ja toksikologinen riskinarviointitaito on hankittu työpaikkakokemuksen pohjalla. Optimaalisesti laitoksessa tulisi olla ainakin muutamia koulutettuja toksikologeja. Vaikka Eviran toksikologiresurssi on pieni, on virastossa paljon muuta henkilökuntaa, joka osallistuu elintarvikeriskien hallintaan alan lainsäädännön edellyttämällä tavalla. Todennäköisesti Evira tulee kuitenkin pian tarvitsemaan lisää toksikologian osaamista.

**Tukesin** organisaatiossa on viisi yksikköä: kemikaaliyksikkö, teollisuusyksikkö, tuoteyksikkö, FINAS-akkreditointipalvelu sekä tieto- ja kehitysyksikkö, joista toksikologista osaamista on erityisesti kemikaaliyksikössä. Toksikologisesta osaamisesta olisi hyötyä myös tuoteyksikössä, jossa valvotaan esimerkiksi myynnissä olevien tuotteiden turvallisuutta sekä ehkä myös teollisuusyksikössä, jossa valvotaan mm. tuotantolaitosten ja laitteistojen turvallisuutta ja kaivostoimintaa. Valvontakohteiden kirjo on kemikaalien lisäksi todella laaja, kuten esimerkiksi kuluttajatuotteet, lelut, kosmetiikka, rakennustuotteet ja ilotulitteet sekä vaarallisia kemikaaleja käsittelevät teollisuuslaitokset ja kaivokset. Vaikka Tukes pystyy hyödyntämään myös muilla toimin-

tasektoreillaan kemikaaliyksikön toksikologian osaamista, voisi myös niillä olla tarvetta omaan toksikologiseen osaamiseen. Tukesin kemikaaliyksikön toksikologiresurssi (noin 10 henkilöä) on nykyisin hallinnossa maamme suurin. Heidän työtehtävät ovat pelkästään hallinnollista toksikologiaa, joka liittyy kuten Evirassakin EU-lainsäädännön toimenpanoon ja valvontaan. Erityisen suuri työpanos käytetään EU-lainsäädännön edellyttämään riskinarviointiin, kuten teollisuuskemikaaleihin, kasvinsuojeluaineisiin ja biosideihin. Riskinarvioinnit liittyvät esimerkiksi aineiden luokitukseen ja käyttölupiin. Toksikologian tohtoreita on kuitenkin hyvin vähän ja uusissa rekrytoinneissa tähän tulisi kiinnittää huomiota. Tukesissa kuten Evirassakin suuri osa virkamiehistä on saaneet toksikologisen oppinsa työssään.

Myös alan **ministeriöissä**, kuten sosiaali- ja terveysministeriön omassa henkilöstössä tulee olla kemikaaliriskejä tuntevia henkilöitä. Tutkimuksen käyttökelpoisuuden ja relevanssin ymmärtämiseksi on eduksi, että virkamiehillä olisi myös tieteellistä pätevyyttä. Avainhenkilöiden rekrytoinnissa myös tähän olisi kiinnitettävä huomiota. Keskeistä on kuitenkin, että ministeriö kykenee tehokkaasti kommunikoidaan tutkimuslaitosten ja asiantuntijavirastojen tutkijoiden ja asiantuntijoiden kanssa. Kokemus on osoittanut, että erikseen järjestettyjä esim. Soterko-seminaarien tapaisia järjestettyjä tilaisuuksia tehokkaampaa on jatkuva kanssakäyminen sekä toimikunnissa että yksittäisten ongelmien ratkaisuja haettaessa.

Sosiaali- ja terveysministeriön työsuojeluosastolla tarvitaan myös toksikologista osaamista ja siellä on yksi toksikologi, jonka vastuualueelle kuuluu mm. työhygieenisiin raja-arvoihin liittyvä valmistelu.

Toksikologeja on myös ministeriön alaisissa asiantuntijaelimissä, kuten mm. Kemikaalineuvottelukunnassa.

## 5.4 Muut toimielimet

Luvussa käsitellään hieman myös EU-toimielimiä ja kansainvälisiä järjestöjä, koska niillä on merkitystä maamme toksikologisen osaamisen tarpeelle. Lisäksi Helsingissä oleva Euroopan kemikaalivirasto, ECHA, kuten myös muut alan toimielimet kuluttavat maamme toksikologian voimavaroja sekä työpaikkoina että asiantuntija resursseina.

ECHA:n ja EFSA:n työryhmissä käyvistä asiantuntijoista suuri osa on asiantuntijavirastojen virkamiehiä. Tieteellisissä komiteoissa edustajat ovat kuitenkin yliopistoista tai valtion tutkimuslaitoksista.

Yhteenvetona voidaan todeta että, **ECHA**:n asiantuntijaryhmiin ja komiteoihin osallistuu 8 henkilöä Tukesista ja 1 Työterveyslaitokselta (Yhteensä 9 henkilöä plus varajäsenet ja avustajat).

**EFSA**:n tiedepaneeleihin, komiteoihin ja verkostoihin osallistuu 4 henkilöä Evirasta, 5 Tukesista, 2 VTT:ltä, 1 SYKE:stä, 2 Helsingin yliopistosta, 1 Itä-Suomen yliopistosta, 1 Oulun yliopistosta (Yhteensä 16 henkilöä).

Kokoukset voivat olla hyvin työläitä, esimerkiksi ECHA:n riskinarviokomitean (RAC) terveyspuolen kokoukset voivat kestää pisimmillään 2 viikkoa. Tällaisiin kokouksiin kuluu valmisteluineen noin kolmasosa asiantuntijan vuoden työajasta.

## EU:n toimielimet

**Euroopan kemikaalivirasto** (European Chemicals Agency, ECHA) työllistää tällä hetkellä noin 560 henkilöä, joista tärkeä, vaikka ei määrällisesti dominoiva, osa on toksikologeja. ECHA ei osallistu koulutukseen eikä muodollisesti kouluta omaa henkilökuntaansa, mutta auttaa sopivan koulutuksen löytämisessä. Suomalaisien osuus (30,1 %) henkilöstössä on jonkin verran suurempi kuin maan väestömäärä edellyttäisi, mutta samalla tasolla kuin isäntämaiden osuus EU:n muissa virastoissa. Siten se on tärkeä työnantaja myös Suomessa koulutetuille toksikologeille, ja on rekrytoinut henkilöstöönsä suomalaisten viranomaisten käytettävissä olevista laitoksista päteviä toksikologeja (noin 10 – 15 henkilöä, joista suuri osa on tohtoreita). Sen vuoksi se korostaa osaltaan lisäkoulutuksen tarvetta. Itä-Suomen yliopisto on osallistunut mm. ECHA:n henkilökunnan kouluttamiseen ja ad hoc -tyyppisiin asiantuntijatehtäviin.

Lisäksi Euroopan Unionin tiedekomiteat (esim. SCHER, EFSA:n tiedekomiteat, dioksiinien raja-arvojen valmistelukomiteat, Itämeren saastekartoitus, vaihtoehtoisten kosmetiikkatestauksen menetelmien valmistelu) ovat tärkeä tapa vaikuttaa säännösten muotoutumiseen sekä tieteellisessä mielessä että oman maan näkökohtien ymmärrettäväksi tekemisessä. Näistä komiteoista on ollut suuri hyöty myös oppimisen ja kontaktien saamisen kannalta, joten niihin kannattaa panostaa, vaikka ne ovat hyvin aikaa vieviä, koska komiteoiden jäsenet joutuvat myös itse valmistelemaan komitean lausuntoja.

## Kansainväliset järjestöt

Taloudellisen yhteistyön ja kehityksen järjestö (OECD) perustettiin harmonisoimaan ja kehittämään jäsenmaidensa (35 jäsenmaata) talouskasvua ja vapaakauppaa sekä lisäämään yhteiskunnallista hyvinvointia. OECD:n kemikaaliohjelma alkoi vuonna 1971. Ohjelma on ollut ehkä tärkein kemikaalivalvontaa ohjaava hallitusten välinen ohjelma kattaen kemikaalien yhteiset testiohjeet, tietojen vastavuoroisen hyväksynnän, kemikaalionnettomuuksien torjunnan, torjunta-aineiden valvonnan, biotekniikan, päästörekisterin, biosidien valvonnan, (Q)SAR (rakenne aktiivisuusanalyysien validoinnin), nanomateriaalit, koe-eläinten hyvinvoinnin sekä kemikaalivalvonnan kustannusten leikkaamisen.

Ohjelma alkoi kemikaalien yhteisten testimenetelmien kehittämisestä. Suomalaisia työskenteli aiemmin näissä tehtävissä OECD:ssä. Nykyisestä tilanteesta ei ole tietoa.

Maailman terveysjärjestön WHO:n kanssa suomalaisilla toksikologeilla on ollut vuosia kiinteää yhteistyötä sekä kansainvälisten tutkimusprojektien että erilaisten asiantuntijaryhmien jäsenyyksinä (esim. Drinking water guidelines, Indoor air guidelines, Air quality guidelines for Europe, IARC Monographs, mm. juomaveden klooratut epäpuh-taudet).

EU:n ja WHO:n työhön käytetty resurssi ei näy erillisenä, vaan se sisältyy valtion tutkimuslaitosten ja osin yliopistojen asiantuntijatyöhön. Siten henkilöresursseja mitoitettaessa tämä tulisi ottaa huomioon, koska niihin osallistumisesta on suuri hyöty myös Suomelle.

## 6 Toksikologien määräarviot tulevaisuudessa toimialueittain (työ, ympäristö, elintarvikkeet)

Todennäköisesti **työtoksikologian** merkitys tulee edelleen vähenemään työympäristön muuttumisen vuoksi. Asiaan vaikuttavat useat syyt. Teknologian kehitys sekä robotiikan ja automaation lisääntyminen mahdollistavat sellaisten työympäristöjen rakentamisen, että perinteiset haitalliset altisteet poistuvat tai niiden aiheuttama altistuminen voidaan uusien teknisten ratkaisuin estää. Lisäksi uuden ennalta ehkäisevän lainsäädännön (esimerkiksi REACH-asetus) vaikutus alkaa näkyä ja haitallisimmat altisteet poistuvat käytöstä. Näinhän on käynyt aiemminkin työturvallisuuslainsäädännön kehityksen seurauksena. Jatkossa huomio tulee kääntymään yhä enemmän työnteon aikana syntyviin vaarallisiin kemikaaleihin, joihin kemikaalien tuotekohtaisella ennakkovalvonnalla ei juuri pystytäkään vaikuttamaan sekä ns. vanhoihin aineisiin, joita viime vuosikymmenien aikana on käytetty erilaisissa rakenteissa. Hyvä esimerkki näistä on asbesti, joka on edelleen tärkein työperäistä syöpää aiheuttava aine, vaikka sen käyttö kiellettiin noin 40 vuotta sitten.

Trendi näkyy esimerkiksi TTL:n nykyisessä strategiassa, jossa perinteinen työsuojelu ei enää ole ollut painopisteenä. Tosin yksittäisiä ongelmatyöpaikkoja ja ongelmakemikaaleja tulee todennäköisesti aina olemaan, mutta ne tulevat todennäköisesti aiempaa harvinaisemmiksi. Valmius työhön liittyvien toksikologisten ongelmien ja uhkien torjuntaa on kuitenkin tämän vuoksi säilytettävä.

**Ympäristötoksikologian** kohteena tarkoitetaan toimeksiannon mukaisesti laajasti ympäristöstä - mukaan lukien rakennettu ympäristö - ihmisen terveyteen vaikuttavia aineita ja seoksia. **Ekotoksikologia**, joka tarkoitaa vaikutuksia ympäristöön, sen eliöstöön ja kasveihin, on oma erillinen alueensa. Ympäristötoksikologian merkitys tulee todennäköisesti lisääntymään, koska ympäristön kautta tulevaa altistumista on huomattavasti vaikeampi hallita ja ympäristössä aineiden toksisuus voi muuttua myös haitallisempaan suuntaan. Erilaisia altisteita on paljon ja ne voivat kulkeutua monia reittejä hyvinkin kaukaa. Lisäksi ympäristö moninaisine eliöineen ja muuttujineen on hyvin vaikea hallita ja esimerkiksi mikrobitekniikan merkitys kasvaa jatkuvasti. Ekotoksikologian puolella vaikutuksen kohteina olevia eliöitä on valtava määrä ja lisäksi niiden välisten suhteiden muuttumisella voi olla yllättäviä seurauksia, joilla voi olla myös terveydellisiä seuraamuksia. Yksi tuore esimerkki on mikromuoviongelma, joka ilmenee useilla eri eliötasoilla ja monissa kohteissa. Vaikka lainsäädännöllä voidaan vaikuttaa ennalta ympäristön haitallisiin altisteisiin, niiden hallitseminen on selvästi vaikeampaa ja hitaammin toteutettavissa kuin esimerkiksi työympäristössä. Lisäksi monet haitalliset tekijät ja vaikutukset voivat levitä ympäristön kautta muihin kohteisiin.

**Elintarvikkeiden** tuotanto on vahvasti riippuvaista ympäristöstä ja sen vuoksi siihen liittyvät **toksikologiset** ongelmat ja trendit ovat hyvin samansuuntaisia. Tämän vuoksi esimerkiksi Evira tekee paljon yhteistyötä Luonnonvarakeskuksen (LUKE) ja Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) kanssa. Tämä tuli hyvin esille viraston asiantuntijoiden haastatteluissa. Elintarvikkeiden tuotannon ja terveydellisen laadun kannalta on tärkeää mitä maaperään tulee ilmasta, maaperästä itsestään, vedestä tai maaperään lisätyistä kemikaaleista. Elintarvikkeisiin tarkoituksella lisätyt kemikaalit ovat jo nykyisin viranomaisten valvonnassa ja niiden kohdalla tilanne pysyy todennäköisesti nykyisellä tasolla. Elintarvikkeiden kontaminanttien tilanne on osittain erilainen, vaikka esimerkiksi torjunta-aineiden valvonta on järjestetty. Muiden kontaminanttien kohdalla tilanne voi olla vaikeampi, koska kontaminaatiota aiheuttavat myös aineet, joiden käyttö on kielletty jo vuosia tai vuosikymmeniä sitten. Ihminen altistuu esimerkiksi dioksiineille, PCB:lle ja PBDE-yhdisteille pääasiassa ravinnon kautta. Lisäksi elintarvikkeiden valmistuksessa syntyviin aineisiin sekä mikrobien tuottamiin toksii-

neihin tultaneen kiinnittämään tulevaisuudessa aiempaa enemmän huomiota. Kokonaisuutena elintarviketoksikologian merkitys pysynee vähintäänkin nykyisellä tasolla tai se tulee kasvamaan. Elintarvikkeet ovat kuitenkin väestötasolla ihmisen kannalta tärkein altistumisen reitti.

**Hallinnollinen toksikologia** (regulatory toxicology) tulee väistämättä lisääntymään, koska alat joissa sitä tarvitaan laajenevat EU-lainsäädännön lisääntyessä. Tämä kehitys lähti liikkeille 60-luvulla kemikaalien ja lääkkeiden valvonnasta. Myöhemmin mukaan tulivat elintarvikkeiden ja rehujen sekä kosmetiikan valvonta. Nämä alueet kehittyvät edelleen ja niitä koskeva lainsäädäntö tulee myös jatkossa syvenemään ja laajenemaan. Se edellyttää, että alan osajia ja erityisesti toksikologeja tarvitaan toisaalta hallinnon tarpeisiin, elinkeinoelämän tarpeisiin sekä myös tutkimukseen, jotta tiedettäisiin miten säädöksiä pitää kehittää.

Tällainen kehitys on ollut viime vuosikymmeninä valtaisa eikä sille näy loppua. Esimerkkinä voi mainita kemikaalien luokitus- ja merkintäasetuksen (CLP-asetus), johon viitataan jo nyt yli 20 EU-säädöksessä. Ne koskevat esimerkiksi biosideja, torjunta-aineita, elintarvikkeiden lisäaineita, kosmeettisia valmisteita, leluja, pesu- ja puhdistusaineita, kulutustavaroita, jätteitä, sähkö- ja elektroniikkaromua, rakennustuotteita jne. Joistain näistä tuoteryhmistä (esimerkiksi rakennustuotteiden vaatimukset) lainsäädännön toimeenpano on vasta alkamassa. Uudesta lainsäädännön tarpeesta keskustellaan komissiossa esimerkiksi tatuointivärien turvallisuuden varmistamisessa. Kierrätysvaatimusten lisääminen aiheuttaa myös niitä koskevan turvallisuuslainsäädännön kehittämistä. Samoin vaihtoehtoiset uudet polttoaineet ja energiamuodot voivat edellyttää uutta lainsäädäntöä. Sama tulee jossain vaiheessa koskemaan myös muovijätettä ja mikromuovien hallintaa. Kaikissa näissä tarvitaan ainakin jossain määrin myös toksikologian osaamista.

Hallinnollisen toksikologian tarve on jatkuvaa ja se seuraa kaikkea yhteiskunnan kehitystä, jota pyritään hallitsemaan lainsäädännön keinoin. Hallinnollisen toksikologian tarve lisääntyy yleensä aina, kun uusia tuotetyhmiä tai toimintoja otetaan lainsäädännön piiriin.

Toksikologien tarvetta käsitellään lisää seuraavassa luvussa, jossa selvitetään toksikologisen tiedon ja osaamisen vajetta elinkeinoelämän näkökulmasta.

# 7 Elinkeinoelämässä toimivien toksikologien tarve ja toksikologisen osaamisen puutevaikutukset hallinnossa elinkeinoelämälle

Kun pohditaan, mikä merkitys toksikologisen tiedon/osaamisen vajeella hallinnossa on elinkeinoelämälle ja sen kilpailukyvyille, asia kannattaa jakaa yritysten normaaliin toimintaan liittyvien lainsäädännöllisten haasteiin (eli hallinnolliseen toksikologiaan), laajakantoisempiin strategisiin kysymyksiin, tuotekehitykseen ja toiminnan suunnitteluun sekä poikkeuksellisissa vaaratilanteissa tarvittavaan osaamiseen.

## 7.1 Esimerkkejä elinkeinoelämän tarpeista teollisuusaloittain

Elinkeinoelämä palkkaa riskinarviointiin pystyviä henkilöitä yritysten omaan henkilökuntaan, mutta usein ne tarvitsevat myös syvällisempää asiantuntemusta sekä esiin tulevien kysymysten hoitamisessa että mahdollisten riskien ennakkoinnissa. Ympäristö- ja terveysjohtajilla/-päälliköillä on vaihtelevassa määrin toksikologista osaamista. Tyypillisiä viime vuosikymmenien konsultaatiotarpeita on aiheutunut dioksiineista, ilmaansaasteista ja hometaloista. Kaikkien näiden osalta terveysriskien arviointi vaatii melko pitkälle menevää asiantuntemusta.

Esimerkiksi **kiertotalouden** kehittäminen on ollut vahvasti esillä useita vuosia. Tämä on yhteiskunnalle tärkeää toimintaa, mutta siihen liittyy myös merkittäviä riskejä. Esimerkkinä on muovien uusiokäyttö, jossa varsin sekalaisesta raakamateriaalista pyritään tekemään uusia muovituotteita. Epäilyjä on jo ilmennyt mm. urheiluhallien keinonurmista aiheutuvista haitoista. Ravinteiden kuten fosforin ja typen saaminen takaisin ravinnekiertoon jätevesistä on keskeinen haaste tulevaisuudessa, ja sen esteenä ovat tekniikan kehittymätömyyden ohella toksiset aineet kuten kadmium. Samantyyppiset ongelmat ovat mahdollisia hyvin monilla kiertotalouden sektoreilla, ja alan kehittymiselle on aivan välttämätöntä, että turvallisuus ja yleisön luottamus turvallisuuteen pystytään säilyttämään.

**Kemianteollisuus** on vanhastaan tärkeä ala kemikaaliriskien arvioinnin kannalta, ja se on osittain palkanut omaan henkilökuntaansa toksikologiaan perehtyneitä henkilöitä, osittain käyttänyt mm. THL:n ja TTL:n asiantuntemusta. Kemianteollisuus onkin ollut eräänlainen edelläkävijä toimintaan liittyvien suurten riskien, tehokkaan valvonnan sekä tiukentuneen kemikaaleja ja turvallisuutta koskevan EU-lainsäädännön vuoksi.

Suomessa on noin 400 Kemianteollisuus ry:n jäsenyritystä. Suurin osa (noin 80 - 85 %) niistä on pieniä ja keskisuuria yrityksiä. Maamme suurimmat kemian yritykset ovat Neste Oyj, Kemira Oyj ja Nokian renkaat Oyj. Esimerkiksi kiertotalouden toimijoista suurin osa kuuluu jäsenjärjestönsä Ympäristöteollisuus- ja palvelut ry:n kautta Kemianteollisuus ry:een.

Suomen osuus EU:n kemianteollisuudesta on hieman yli 1 prosenttia. Vaikka Suomen osuus on pieni, niin joidenkin kemikaaliryhmien tuotannossa olemme suuria toimijoita. Tällaisia ovat mm. uudet kehittyneet bio-pohjaiset polttoaineet, paperiteollisuuden kemikaalit, veden ja jäteveden puhdistuskemikaalit sekä erityisesti akuissa käytettävät metallit (koboltti, nikkeli, litium) ja muut metallit (kupari, kromi, sinkki).

**Kaivosteollisuuden** ongelmista Talvivaara on ajankohtainen esimerkki. Kaivostoiminta aiheuttaa ympäristöriskejä, työterveysriskejä ja riskejä ympärillä olevalle väestölle. Näiden hallinta edellyttää usein huomattavaa asiantuntemuksen tarvetta, ja osaamista tarvitaan myös siinä, että osataan ymmärrettävästi selittää väestölle, missä ja kuinka suuria ovat riskit ja missä niitä ei ole. Tässä THL:llä on varsin hyvää näyttöä pätevän arvioinnin rauhoittavasta vaikutuksesta. Tutkimusta ja riskinarviointia tarvitaan myös esim. pyrittäessä poistamaan metalleja ja muita haitallisia aineita kaivosten jätevesistä.

**Energiateollisuus** on keskeisimpiä ympäristön terveysvaikutusten aiheuttajia, joskin tilanne on merkittävästi parantunut viimeisen neljännesvuosisadan aikana. On kuitenkin tarvittu hyvin vankkaa ja vakuuttavaa asiantuntemusta selvittämään sitä, mistä lähteistä esim. huomattavia terveysriskejä aiheuttavat pienhiukkas- pääasiassa tulevat ja kuinka niiden osuutta voitaisiin tehokkaasti vähentää. Nykyinen trendi siirtyä kivihiilestä biomassan polttoon ei ole ongelmaton ja tulee vaatimaan paljon selvittelyä, kuinka biomassan (ja jätteen) polton terveysriskejä voidaan hallita. Viime vuosina on tarvittu erityisen paljon tutkimusta ja neuvontaa puun pienpolton aiheuttamien ongelmien takia ja parempien tulisijojen kehittämisessä.

**Puunjalostusteollisuus** on ollut sekä ilma- että vesistöpäästöjen suhteen vuosikymmeniä erityisen tarkkailun kohteena Suomessa. Päästöt ilmaan on saatu satunnaisia rikkijhdistepäästöjä lukuun ottamatta melko hyvin hallintaan, samoin elohopea- ja dioksiinipäästöt vesistöihin. Uudelleen kasvuun lähtenyt ja isoja investointeja tekevä puunjalostus- ja biotuoteteollisuus tarvitsee hyvän osaamisen alan mahdollisista ja muuttuvista uudentulaisista riskeistä.

**Rakennusteollisuus** on suurten asiantuntijatarpeiden edessä, koska materiaalit muuttuvat jatkuvasti ja myös niiden EU-sääntely tiukentuu. Vuonna 1.7.2013 tuli voimaan EU:n rakennustuoteasetus. Sen toimeenpanon seurauksena rakennusalan eurooppalaisten standardien kehittämishankkeet lisäävät haasteita rakennusalaalla myös terveyspuolen osaamiselle. Rakennustuoteasetuksen liitteessä luetellaan rakennuskohteen perusvaatimukset. Ne muodostavat pohjan luotaessa mandaatteja, jotka ovat toimeksiantoja eurooppalaisille standardisointijärjestöille harmonisoitujen tuotestandardien laatimiseksi. Nämä perusvaatimukset liittyvät seuraaviin asioihin: mekaaninen lujuus ja vakaus; paloturvallisuus; hygienia, terveys ja ympäristö; käyttöturvallisuus ja esteettömyys; meluntorjunta; energiansäästö ja lämmöneristys sekä luonnonvarojen kestävä käyttö. Rakennustuoteasetus luo terveyspuolella esimerkiksi yhteyden kemikaalien vaarallisuusluokituksen rakennustuotteiden turvallisuuden arvioinnin välille. Tämän muutoksen tavoitteena on toisaalta parantaa rakentamisen laatua ja toisaalta luoda rakennustuotteille yhtenevät EU-markkinat. Nämä muutokset tuovat rakennuspuolelle samantapaisia haasteita mitä REACH-asetus toi kemianteollisuudelle.

On epäselvää, kuinka paljon sisäilmaongelmat riippuvat rakennusmateriaaleista (esim. betonin lisäaineista, maaleista ja täytteistä) suoraan toksisuuden takia tai epäsuorasti mikrobien kasvuedellytysten kautta. Esimerkkinä jälkimmäisestä on sinänsä täysin turvallisen kaseiinin käyttö tasoitteissa, joissa se kuitenkin kos tuessaan on erinomainen mikrobien kasvualusta ja tyypillinen hometalo-ongelmien aiheuttaja. Siten asiantuntemusta tarvitaan sekä omien riskien ymmärtämiseen ja hallintaan että EU-viranomaisten kanssa käytävän rationaalisen keskustelun hallitsemiseen.

**Elintarviketeollisuus** on ollut historiallisesti toksikologisten riskien asiantuntemuksen suurkäyttäjänä, koska elintarvikkeilla on kaikkein suurin mahdollisuus välittää haitallisia aineita ihmisiin. Ala on tiukkaan säädely, ja on Suomelle eduksi, jos oma asiantuntemus riittää mm. kansainvälisissä ja EU:n ja EFSA:n tiedepaneelleissa ymmärtämään säätelyn kehitystä oman maan kannalta. Aivan keskeistä tällä alalla on riskien ja hyötyjen keskinäinen arviointi ja vertailu. Tyypillinen esimerkki on EU:n dioksiinisäätely, joka uhkasi lopettaa Itämeren kalastuksen kiinnittämättä huomiota niihin hyötyihin, mitä kalan käyttämisestä on. Elintarvikkeiden

turvallisuutta on usein arvioitu Eviran ja THL:n yhteistyönä ja myös Evira tarvitsee tähän toksikologista osaamista.

**Konsulttitoimistojen** kannattaisi palkata riittävästi toksikologeja, koska arvioinnit ovat toksikologian kannalta usein huonosti ja ammattitaidottomasti tehtyjä. Tähän mennessä muilta ympäristöterveyden sektoreilta kuten sisäilma- ja vesitutkimuksesta on siirtynyt päteviä ammattilaisia konsulttitoimistoihin. Paikallis- ja hallinto kuten kunnat ovat yleensä hakeneet asiantuntemusta joko tutkimuslaitoksista tai konsulttitoimistoista. THL on osallistunut mm. saastuneiden maiden arvioinnissa sekä analytiikkaan että terveysvaikutusten arviointiin useissa kohteissa, kuten esimerkiksi Lappeenrannan Pikisaari, Iisalmen Luuniemi, Joensuun teollisuusalue, Kuopion Sikoniemi, Kokkolan Kemira.

Yritykset käyttävät usein myös alan konsulttitoimistojen palveluja, koska etenkin pienissä tai keskisuurissa yrityksissä ei yleensä ole mahdollista palkata toksikologiaa hallitsevaa henkilöä. Lisäksi etenkin toksikologin riskinarviointi, jota yritykset yleensä tarvitsevat, vaatii hyvin korkeaa asiantuntemusta. Tämän vuoksi olisi hyvä, että maassamme olisi riittävästi tarjontaa pätevistä toksikologisista palveluista myös yrityksille.

## 7.2 Yritysten toksikologinen osaaminen

Kemianteollisuuden vastuullisuusohjelmaan "Responsible Care (RC)" kuuluu 98 yritystä, jotka kattavat noin 80 % alan tuotannosta. Luettelo yrityksistä: <http://www.kemianteollisuus.fi/fi/vastuullisuus/responsible-care/sitoutuneet-yritykset/>. Kaikissa RC-yrityksissä on terveys-, turvallisuus- ja ympäristöasioista (HSE) vastaava henkilö tai henkilöt. Niistä noin 20 - 30 HSEQ (terveys, turvallisuus, ympäristö ja laatu) asiantuntijalla on myös eri tasoista toksikologian osaamista. Suurin osa heistä osallistuu Kemianteollisuus ry:n työryhmiin. Koska HSE-asiantuntijoiden vastuualue etenkin pienemmissä yrityksissä on hyvin laaja, vain osa heistä on opiskellut toksikologiaa. Suurissa kemianalan yrityksissä on vähintään yksi toksikologian koulutuksen saanut henkilö. Tällaisia asiantuntijoita on kemianteollisuudessa noin 10 - 15 henkilöä. Noin kolmasosa näistä Suomessa toimivista kemianalan yrityksistä on ulkomaalaisomistuksessa. Sen vuoksi heidän toksikologian asiantuntijansa työskentelevät usein sekä yrityksen pääkonttorissa että Suomessa. Yritysten työterveyslääkäreillä on osittain samanlainen rooli lääkärityön ohella kuin terveys- ja turvallisuusasioissa kuin kemianteollisuuden HSEQ-asiantuntijoilla. He ovat yleensä perehtyneitä erityisesti työsuojelukysymyksiin ja työhygieenisiin raja-arvoihin.

Maamme yritykset ovat EU-lainsäädännön vuoksi verkostoituneet eurooppalaisiin teollisuuden ja kaupan järjestöihin. Ne tarjoavat jäsenmaksua vastaan erilaisia palveluita, kuten EU-lainsäädännön seuranta, alalla käytettävien aineiden toksikologiaa koskevia tietoja kannanottoja, yhteistä edunvalvontaa jne. Järjestöjä on paljon niiden koot vaihtelevat yli 100 hengen organisaatioista muutaman henkilön järjestöihin. EU:n kemikaalilainsäädännön vuoksi järjestöillä on yleensä toksikologista osaamista. Tärkeille yrityksille kiinnostaville aihealueille perustetaan yritys- ja järjestöedustajista koostuvia säännöllisin määräajoin kokoontuvia työryhmiä, joiden kokoukset valmistellaan järjestöjen henkilökunnan toimesta. Suurimmat järjestöt tarjoavat jäsenilleen myös esimerkiksi toksikologiaan ja REACH-asetuksen konsortiohallintaan liittyviä palveluita ja koulutusta. Yritysten asiantuntijat osallistuvat järjestöjen kokouksiin, seuraavat järjestöjen jäsensivustoja ja saavat säännöllisin välein verkkojulkaisuja ajankohtaisista asioista.

Koska terveys-, turvallisuus- ja ympäristöasiat eivät kuulu kilpailulainsäädännön piiriin tällaisissa työryhmissä olevat asiantuntijat voivat tehdä yhteistyötä yhteisten ongelmien ratkaisemiseksi.



REACH-asetuksen aineiden rekisteröintivelvoitteen seurauksena syntyi EU-alueelle laaja SIEF (Substance Information Exchange Forum) -verkosto. SIEF vastasi aineen rekisteröinnistä. Toistaiseksi rekisteröintejä on tehty noin 17 700 aineesta. EU-alueella on siis tuhansia SIEFiä ja SIEFiin voi kuulua useampi eri teollisuusalan muodostama konsortio, joka on tietyn teollisuusalan tai yritysryhmän rekisteröintiä varten perustama yhteistyöelin. Jos ECHA esittää joitain vaatimuksia rekisteröintiin tai rekisteröityihin aineisiin, niin nämä ryhmät kokoontuvat selvittämään asiaa. Suomalaiset yritykset ovat mukana näissä ryhmissä omissa rekisteröinneissään. Suomessa on toistaiseksi tehty 1135 rekisteröintiä (1% EU rekisteröinneistä), 858 aineesta (4 % EU aineista) ja 344 yrityksessä (2 % EU yrityksistä). Tosin puolet rekisteröinneistä on maassamme toimivien konsulttien tekemiä EU:n ulkopuolisen tuottajan ns. ainoan edustajan rekisteröintejä. Tämän vuoksi edellä mainituista luvuista pitää vähentää noin puolet. Ruotsi ja Suomi ovat kemianteollisuudessa selvästi pohjoismaiden suurimpia toimijoita ja niiden tekemien rekisteröinnit ovat samaa luokkaa.

Suomessa on myös kansallisia yhteistyöverkostoja, joissa jaetaan yrityksille tietoa aineista ja niitä koskevista lainsäädännön velvoitteista. Kemianteollisuus ry, jossa on tällä hetkellä yksi toksikologiaan perehtynyt henkilö, vetää järjestöjen kemikaaliryhmää eli Järkkyä. Siihen kuuluu noin 15 Elinkeinoelämän keskusliiton liittyöyhteisöön kuuluvaa järjestöä, joille selvitetään EU:n kemikaalialan lainsäädäntöä ja kemikaaliasioita. Lisäksi Kemianteollisuus ry:n jäsenjärjestöillä on vastaavat yhteistyöryhmät.

Kaupanliitossa työskentelee myös yksi toksikologian tohtorin koulutuksen saanut henkilö. Hän muodostaa yhdessä Kemianteollisuus ry:n asiantuntijan (kemian DI) kanssa Eteläranta 10 tämän hetkisen toksikologisen resurssin.

Edellä kuvattujen yhteistyöverkostojen ansiosta kemianalan yritykset pystyvät toimimaan hyvin EU-lainsäädännön alaan kuuluvissa asioissa. Tietoa ja osaamista on tarjolla riittävästi erityisesti eurooppalaisissa järjestöissä ja konsortioissa. Tämän vuoksi kansainvälisissä verkostoissa toimivat yritykset eivät myöskään yleensä koe tarvitsevänsä lisää toksikologista osaamista. Pienissä yrityksissä tilanne on todennäköisesti huonompi.

Lisäksi mitä kauemmas kemianalasta tai kemiaan liittyvästä teollisuudesta siirrytään, niin sitä vähemmän yrityksillä on toksikologista asiantuntemusta. Esimerkiksi teknologiateollisuudessa ja rakennusteollisuudessa keskeisessä asemassa ovat eri alojen diplomi-insinöörit, jotka ovat työssään perehtyneet myös terveys- ja turvallisuuskysymyksiin. Elintarviketeollisuudessa toksikologisiin kysymyksiin perehtyvät kemistit, biokemistit, ravitsemustieteilijä ja eläinlääkärit. Eri toimialoilla eri ammattikunnat joutuvat perehtymään myös toksikologisiin kysymyksiin tai ostamaan palveluja konsulteilta tai valtion asiantuntijalaitoksilta. Todennäköisesti lainsäädännön vaatimusten tiukentuessa yritysten paineet palkata toksikologeja tai ympäristötieteilijöitä lisääntyvät. Työssä erityisaloihin perehtyminen tai konsulttipalvelut eivät jossain vaiheessa enää riitä.

Laajojen strategisten ratkaisujen ja tuotekehitystä koskevien ratkaisujen arvioinnissa yritysten tilanne on hieman erilainen. Tällaiset kysymykset ovat yleensä yrityskohtaisia eikä niitä voi käsitellä yritysten välisissä työryhmissä. Jos halutaan löytää uusia ratkaisuja yhteiskunnan haasteisiin liiketoiminnan avulla, ne on valmistettava huolella käyttäen tarpeen mukaan myös apuna myös joko omaa tai ulkopuolelta ostettua teknistä, tieteellistä (mukaan lukien myös toksikologista) osaamista. Tämän lisäksi tarvitaan yleensä aina mahdollisimman luotettavaa ennakointia EU-lainsäädännön kehityksestä.

On kuitenkin hyvin vaikea arvioida, kuinka paljon esimerkiksi toksikologista osaamista yrityksissä tarvittaisiin. Asiaan vaikuttavat monet seikat, kuten esimerkiksi yritysten toimialat ja kehityssuunnitelmat, rahatilanne, lainsäädännön kehitys ja yrityksen ulkopuolelta saatava asiantuntemus. Kysyntäpotentiaalia yrityspuolella joka tapauksessa on ainakin maisteritason toksikologiselle osaamiselle. Tosin yritykselle voi usein olla helpompi tapa ostaa tällaiset erityisosaamista vaativat palvelut ulkopuolelta, kuten konsulttitoimistoilta. Niitä on kuitenkin ainakin toistaiseksi maassamme tarjolla hyvin vähän.

Ongelmana ovat pienet yritykset, joilla ei ole juuri mitään terveys- ja turvallisuusasioihin liittyvää toksikologista osaamista. Tällaisia ovat esimerkiksi pienet kemikaalien maahantuoja ja kemikaaleja käyttävät yritykset. Nykyinen lainsäädännön vaatimustaso on korkea, että tällaisille yrityksille tulee väistämättä ongelmia. Tosin etenkin Työterveyslaitos on aloittanut hankkeita pienten ja keskisuurten yritysten avustamiseksi ja tukemiseksi. Lisäksi Tukesin kemikaalineuvonta on perustettu auttamaan maamme yrityksiä kemikaaleja koskevien EU-säädösten toimeenpanossa.

Suuremmat yritykset siis saavat haastattelujen perusteella helposti tarvitsemaansa EU-lainsäädäntöön liittyvää toksikologista tietoa elinkeinoelämän kansainvälisistä verkostoista.

Yritykset tuntuvat kaipaavan vahvaa kotimaista auktoriteettia, joka ottaisi tarvittaessa kantaa tiedotusvälineissä ja sosiaalisessa mediassa oleviin virheellisiin kemikaaleja ja riskejä koskeviin tietoihin ja väitteisiin. On kuitenkin hyvin epävarmaa, onko tällaiseen nykymaailmassa enää paluuta. Todennäköisesti näin ei ole.

Lisäksi yritykset kaipaavat asiantuntijatahoa, jonka puoleen voisi kääntyä vahinkotilanteiden tai onnettomuuksien selvittämisessä.

## 7.3 C-osaamiskeskus

Suomeen perustettiin 28.5.2004 **Vakavien kemiallisten uhkien osaamiskeskus (C-osaamiskeskus)**, joka on sosiaali- ja terveysministeriön asettama kemiallisten uhkien eri asiantuntijatahojen muodostama yhteistyöverkosto. Sen päivystys on toiminut 17.4.2006 alkaen. Keskukseen koordinaattorina on toiminut alusta alkaen **Työterveyslaitos**. Keskus tukee erityisesti terveydenhuoltoa sekä muita viranomaistahoja (poliisi- ja pelastustointa, tullia, rajavartiolaitosta) vaativiin kemiallisiin uhkatilanteisiin varautumisessa ja niiden hoitamisessa. Keskukselle tulee asiantuntija-avunpyyntöjä vuosittain noin 25 kappaletta.

Osaamiskeskus on rakennettu olemassa olevien organisaatioiden varassa toimivaksi yhteistyöverkostoksi. Työterveyslaitos koordinoi osaamiskeskuksen toimintaa, ja on velvollinen tiedottamaan osaamiskeskukseen liittyvistä asioista muita osaamiskeskuksen osapuolia. Osaamiskeskuksen toiminta pitää sisällään sekä valtakunnallisen C-valmiuden kehittämistehtävän että toisaalta konsultaatioavun antamisen paikallisviranomaisille erityyppisissä väestön terveyttä uhkaavissa kemikaaliuhkatilanteissa kunkin organisaation luontaisen osaamisalueen mukaisesti. Kemiallisten terveysuhkien päivystysjärjestelmää ylläpitävät TTL ja THL. Vaikka sen tavoitteena on tyydyttää ensisijaisesti terveydenhuollon tarpeet, se tukee myös muita viranomaistahoja (poliisi- ja pelastustointa, tullia sekä rajavartiolaitosta). Vastuu kemiallisten vaaratilanteiden hoitamisesta on kuitenkin ensisijaisesti paikallisella viranomaisella. (C-toiminnan kuvaus <https://www.ttl.fi/wp-content/uploads/2017/02/cosk-tausta.pdf>)

Koska keskus tukee viranomaistahoja ja osaamiskeskuksen päivystäjään saa yhteyden vain soittamalla suoraan **viranomaiskäyttöön** tarkoitettuun puhelinnumeroon, yritykset voivat saada apua vain ilmoittamalla asiasta ensin asianomaiselle vastuuviranomaisille. Myös tilanteessa, jossa ympäristön saastumisen vaarallisella kemikaalilla epäillään aiheuttavan terveydellistä uhkaa, tulee ensisijaisesti ottaa yhteyttä kunnan terveysviranomaisiin, jotka voivat tarvittaessa konsultoida C-osaamiskeskusta asiasta. Näistä syistä johtuen yritykset eivät tunne palvelua. **Jos yritykset tarvitseva tällaisissa tilanteissa asiantuntija-apua eikä viranomaisyhteyteen ole tarvetta, yritysten on itse selvitettävä asia tai otettava yhteyttä ulkopuolisiin asiantuntijoihin.**

C-osaamiskeskuksen asemaa ja tunnettavuutta on aiheellista tarkastella. Nykyisin yhteistyöverkoston koordinoitavaksi hoitaa TTL, joka on vastannut tästä tehtävästä yli 10 vuoden ajan, vaikka alkuperäisten suunnitelmien mukaan koordinoitivastuun piti vaihtua määrääjain. Tehtävä on sellainen, että se sopii hyvin sellaisen valtion tutkimuslaitoksen hoidettavaksi, jolla on omaa toksikologista osaamista, alueellista operatiivista toimintavalmiutta ja riittävän laaja vastuualue erilaisten tilanteiden varalta. Käytännössä TTL:n ohella toinen tällainen taho olisi THL, joka vastaa myös infektioautien aiheuttamista vaaratilanteista. THL:n vastuualue kemiallisista vaaratilanteista on laajempi kuin työturvallisuusasioita hoitavalla TTL:lla. THL:lla on myös laaja kokemus vuosien varrelta tällaisten tehtävien hoitamisesta. Sen ongelmana ovat kuitenkin nykyisin hyvin vähäiset toksikologian voimavarat. Tosin laitoksella on henkilöitä, jotka tuntevat hyvin alaa ja osallistuvat nykyisinkin C-valvonnan päivystykseen. Jos C-osaamiskeskuksen koordinoitivastuu siirretään THL:lle, niin TTL jää joka tapauksessa osaksi osaamiskeskusta ja hoitaisi heille luontevasti kuuluvia tehtäviä kuten tähänkin asti. Ennakkotietojen mukaan THL olisi valmis ottamaan vastaan C-osaamiskeskuksen koordinoitivastuun.

## 8 Toiminta EU-riskinarviointitehtävissä 2000-luvulla, onko edustus ollut riittävä kansallisen edun näkökulmasta

### 8.1 Riskinarvioinnin asiantuntemusta edellyttävät komiteat ja työryhmät

Riskinarvioinnin asiantuntemusta tarvitaan ECHA:n ja EFSA:n asiantuntijaryhmissä. Lisäksi joissain komission kemikaalityöryhmissä käsitellään toksikologiaan liittyviä kysymyksiä. Tällainen on esimerkiksi REACH- ja CLP- asetusten toimivaltaisten viranomaisten kokous (Caracal).

Työsuojelupuolella tällaisia ovat komissiossa kemiallisten aineiden työperäisen altistuksen raja-arvoja käsittelevä tieteellinen komitea (Scientific Committee on Occupational Exposure Limits, SCOEL) sekä työturvallisuuden ja työterveyden neuvoa-antavan komitean kolmikantainen kemikaalityöryhmä (WP on Chemicals). SCOEL:in edustaja on TTL:stä ja WP Chemicalsin edustaja STM:n työsuojeluosastolta.

EFSA:n asiantuntijaryhmiä, joihin osallistuminen on organisoitu Eviran kautta, on kaikkiaan 17, joista 6 on ns. tieteellisiä verkostoja, 4 tiedepaneelia, joilla on myös omia työryhmiä sekä biokontaminantti työryhmä, jolla on 6 pestisidialaryhmää. EFSA:n ryhmiin osallistuu Eviran 4 oman asiantuntijan lisäksi 5 Tukesin, 2 VTT:n ja yksi SYKE:n edustaja. Lisäksi yliopistoista on 4 asiantuntijaa.

Tukes vastaa ECHA:n asiantuntijakomiteoista, joista 3 liittyy riskinarviointiin (Riskinarviointikomitea, Biosidivalmistekomitea ja Jäsenvaltioiden komitea).

Näissä kaikissa vastuut on jaettu siten, että toinen asiantuntija vastaa terveysasioista ja toinen ympäristöasioista. Toinen heistä voi myös olla varajäsen. Biosidivalmistekomitealla (BPC) on myös 4 pysyvää työryhmää ja 4 vaihtuvaa ad hoc työryhmää. Suomella ei niissä kuitenkaan ole edustajaa. Kaikkiin näihin komiteoihin ja Caracal-kokoukseen osallistuvat asiantuntijat ja edustajat tulevat Tukesista (7 henkilöä varajäsenet mukaan lukien) lukuun ottamatta riskinarviointikomitean terveyspuolen asiantuntijaa, joka on TTL:sta.

Komissiossa on keskusteltu työpaikanilman sitovien raja-arvojen valmistelun vauhdittamisesta siten, että raja-arvojen tieteellinen valmistelu siirrettäisiin komissiosta työllisyys-, sosiaali- ja tasa-arvoasioiden pääosaston kemiallisten aineiden työperäisen altistuksen raja-arvoja käsittelevältä tieteelliseltä komitealta (SCOEL) ECHA:n riskinarviointikomitealle (RAC). Perusteena on käytetty ECHA:n suuria valmisteluresursseja sekä näiden raja-arvojen läheistä lainsäädännöllistä yhteyttä REACH-asetukseen. Asia on nyt päätetty, koska ECHA:n riskinarviointikomitea antoi 21.3.2018 komissiolle ensimmäiset työhygieenisten raja-arvojen suosituksensa sitoviksi raja-arvoiksi kolmelle aineelle.

Edellä mainittujen ryhmien lisäksi ovat vielä Euroopan unionin tiedekomiteat, jotka käsittelevät kuluttajien turvallisuutta (SCCS) sekä terveys- ja ympäristöriskejä ja kehityksessä olevia riskejä (SCHEER). Näiden tiedekomiteoiden tehtävänä on tarjota komissiolle mm. mainittuja aloja koskevia tieteellisiä neuvoja ja ris-

kinarviointeja. Komiteoiden jäsenet valitaan heidän tieteellisen pätevyytensä perusteella jäsenmaiden esityksestä viideksi vuodeksi kerrallaan. Komiteoiden jäsenten tulee olla riippumattomia ja komiteoiden toiminta avointa siten, että kaikki asiakirjat julkistetaan tätä tarkoitusta varten perusteluilla verkkosivuilla [https://ec.europa.eu/health/scientific\\_committees\\_en](https://ec.europa.eu/health/scientific_committees_en).

Komiteoissa on ollut aiemmin myös suomalaisia asiantuntijoita THL:sta, TTL:sta ja Evirasta. Nykyisin näissä tiedekomiteoissa ei kuitenkaan ole suomalaisia. Nyt toimivat komiteat perustettiin vuonna 2015, joten seuraava mahdollisuus päästä komiteoiden toimintaan mukaan on vuonna 2020.

Edellä kuvatut työryhmät ja komiteat voidaan jakaa tieteellisiin ryhmiin ja poliittisempiin hallintopäätöksiä valmisteleviin ryhmiin. Tieteellisiin ryhmiin ja komiteoihin valitaan jäsenet jäsenmaiden ehdotuksesta jäsenkandidaattien tieteellisen pätevyyden ja riippumattomuustarkastelun perusteella.

Hallinnollisia päätöksiä valmisteleviin ryhmiin saa jokainen jäsenmaa automaattisesti oman edustajansa. Joissain ryhmissä jäsenmaiden edustajia voi olla useampia johtuen esimerkiksi jäsenmaan hallinnon rakenteesta tai eri asiantuntemusaloista. Esimerkiksi terveys- ja ympäristöasioista vastaavat yleensä eri asiantuntijat.

Lisäksi työsuojelupuolella on ILO:n sopimuksen edellyttämä kolmikantakäsittely kemikaalityöryhmässä (WP on Chemicals) ennen työhygienisiä raja-arvoja koskevaa päätöksentekoa.

## 8.2 Arvio ja keinot toiminnan tehostamiseksi

Toimeksiannossa pyydettiin laatimaan *kriittinen* arvio suomalaisten toksikologien toiminnasta EU-organisaatioissa riskinarvioinnin asiantuntijatehtävissä 2000-luvulla. Toimintaa pitää verrata ensi sijassa saman kokoluokan maihin, joita äänimäärämme (7 ääntä) mukaan ovat Tanska, Irlanti, Liettua, Slovakia ja Kroatia. Seuraavissa ryhmissä on myös meille hyviä vertailukohteita: Itävalta, Ruotsi ja Bulgaria (10 ääntä); Belgia, Tšekki, Kreikka, Unkari ja Portugali (12 ääntä), Alankomaat (13 ääntä) ja Romania (14 ääntä). Suurimpiin jäsenmaihiin (Saksa, Ranska, Italia ja Iso-Britannia sekä Espanja ja Puola) vertailua pidän meidän kannalta hieman epäreiluna. Toisaalta puhtaasti tieteellisissä ryhmissä pyritään yleensä konsensuspäätöksiin, jolloin ryhmiin valittujen asiantuntijoiden asiantuntemus ja pätevyys, osaamisalueet sekä asioiden taustavalmistelu ovat tärkeämpiä kuin maan koko ja sitä kuvaava äänimäärä.

Toksikologikäsitettä olen tässä yhteydessä käyttänyt Suomen toksikologiyhdistyksen tarkoittamassa laajassa merkityksessä, koska sekin kuvaa toksikologin käsitettä hyvin verrattuna EU:n jäsenmaiden asiantuntijoiden laajaan kirjoon.

Koska EU-työssä mukana olevien asiantuntijoiden oli vaikea arvioida toimintaansa, niin käytin apuna muutamien ECHA:n työntekijöiden arvioita. Lisäksi käytin omia kemikaalivalvontaan liittyviä kokemuksiani, vaikka en ole osallistunut ECHA:n toiminnan aikaisiin kokouksiin juuri lainkaan. Haastatelluilta asiantuntijoilta sain kuitenkin ehdotuksia siitä, miten tehtäviä voitaisiin hoitaa paremmin.

Yleiskommenttina voi hyvin sanoa, että **olemme hyvää pohjoismaista tasoa**, vaikka emme niin tehokkaita ja aktiivisia kuin esimerkiksi ruotsalaiset ja tanskalaiset kollegamme. Suomen pienehköstä koosta huolimatta meillä on ollut komiteoiden kokoonpanoja vertailtaessa **hyvin koulutettuja edustajia** - kiitos

maamme toksikologian ja ympäristöalan koulutuksen. Tohtoritason asiantuntijoitakin meillä on useita ja heidän määränsä on vuosien kuluessa lisääntynyt. Lisäksi edustajiemme asiantuntemuksessa näkyy toksikologian ja riskinarvion perusosaaminen. Monen jäsenmaan toksikologiaa edustavat asiantuntijat etenkin hallinnolliseen puoleen painottuvissa ryhmissä ovat esimerkiksi eri alojen kemistejä, ympäristöinsinöörejä, biologian tai luonnontieteen maistereita, eläinlääkäreitä tai muita työtehtävissään alaa oppineita. Suurimmista jäsenmaista asiantuntijat ovat yleensä tohtoritasoa toksikologian alalta. Pienimmissä jäsenmaissa joudutaan joskus tyytymään myös siihen, että komiteaan valittu tieteellinen asiantuntija on toisesta jäsenmaasta.

Hyvän koulutustaustan tuoma varmuus on tärkeä edellytys oman asiantuntemuksen tai jäsenmaan näkemysten esille tuomisessa. Sen lisäksi tarvitaan itseluottamusta ja hyvää kielitaitoa, jotta näkemykset saadaan oikein ymmärretyiksi. Perusteellinen ja kattava asioiden valmistelu on myös tärkeää. Esimerkiksi ECHA:n edustajat olivat suomalaisten asiantuntijoiden ja edustajien toimintaan tyytyväisiä ja joissain tapauksissa jopa erittäin tyytyväisiä. Ainoa heiltä kuulemani kritiikki on ollut useiden suomalaisten passiivisuus, jota on monien muiden maiden edustajien mielestä vaikea ymmärtää, koska suomalaiset yleensä osaavat asiansa. Yleensä suomalainen ottaa kantaa asioihin ainoastaan silloin, kun olemme selvästi eri mieltä esille tuoduista ehdotuksista.

Yksi mahdollisuus tämän tilanteen parantamiseksi voisi olla rutiininomainen kirjallisten kannanottojen laatiminen ja niiden jakaminen ennalta. Esimerkiksi Ruotsin, Tanskan ja useiden suurten jäsenmaiden edustajat käyttävät tällaista mahdollisuutta usein. Se antaisi kuvan muiden jäsenmaiden edustajille meidän aktiivisesta valmistautumisesta ja toisaalta helpottaisi myös puheenvuorojen pitämistä. Lisäksi kannanotoista jäisi kirjallinen dokumentti komission ja muiden jäsenmaiden käyttöön. En kuitenkaan tiedä, onko tilanne tältä osin jo muuttunut. Tieteellisissä asiantuntijakokouksissa kirjallisten kannanottojen jakaminen voi poiketa hallinnollispainotteisista komiteoista ja työryhmistä.

Kokouksiin ennalta valmistautuminen on tärkeää. Joskin se on resurssikysymys. Suuret jäsenmaat voivat helposti jakaa käsiteltäviä ehdotuksia valmisteltavaksi usealle eri asiantuntijalle. Pienissä jäsenmaissa tällainen on usein vaikeaa tai mahdotonta. Sen vuoksi joudumme usein priorisoimaan ja keskittymään vain Suomen kannalta tärkeimpiin kysymyksiin. Tällainen priorisointi kuitenkin edellyttää, että jäsenmaan ongelmat ja tilanne esimerkiksi eri aineisiin tunnetaan riittävän hyvin. Tällöin maamme kansallisesta kemikaali-tuoterekisteristä ja TTL:n altistustiedoista on ollut suurta apua.

Kokousten ennakkovalmistautumiseen tarvitaan yleensä aina monialaista ryhmätyötä, mutta valitettavan usein kokouksiin osallistuvat asiantuntijat joutuvat tekemään valmistelun pääasiassa yksin. Ainakin tärkeimpiin alan kokouksiin tarvittaisiin jonkinlainen taustaryhmä tai ad hoc -ryhmä taikka ainakin jonkinlainen sopimuksenvarainen menettely, jolla varmistettaisiin mahdollisimman laadukas asioiden valmistelu. Tällaisen mahdollisuuden varmistaminen edellyttää myös työtehtävien priorisointia. Työyhteisössä pitää yhteisesti päättää tai sopia mikä on kulloinkin maamme kannalta tärkein työtehtävä ja missä voidaan joustaa.

EU-päätöksenteko on aina prosessi, jonka alkuvaiheessa yleensä aina tehdään tieteelliset perusratkaisut. Tälle perustalle rakennetaan myöhemmissä vaiheissa riskinhallinnan keinot ja rajaukset, joilla päästään tavoitteeseen jäsenmaiden ja unionin toivomalla tavalla. Tämän vuoksi on tärkeää, että tieto riittävine perusteluineen kulkee ketjun alusta lopulliseen päätöksentekoon asti. Tiedon kulku on tärkeää myös silloin, kun kokousedustajat tulevat eri organisaatioista tai eri hallinnonaloilta. Päätöksenteon on tarkoitus muodostaa loogisesti etenevä ketju, jonka eri vaiheissa (esim. RAC – SEAC – jäsenmaiden komitea – REACH-komitea ja mahdollisesti neuvostokäsittely) jäsenmaat toimivat johdonmukaisesti. Esimerkiksi biosidien tehoaineiden

hyväksynnässä käytetään apuna määrämuotoista lomakepohjaa, jonka käyttö helpottaa päätöksentekoa ja antaa kokousraportteja helpommin käsityksen asioiden valmistelusta.

Keskusteluissa etenkin virkamiesedustajat nostivat esille mahdollisuuden tarpeen vaatiessa pyytää asiantuntija-apua valtion tutkimuslaitosten asiantuntijoilta tai yliopistoista. Tällaisiin pyyntöihin vastaamisesta ja menettelytavoista olisi hyvä sopia virastojen ja tutkimuslaitosten kesken yleisellä tasolla jo ennakolta. Se madaltaisi kysymiskynnystä ja nopeuttasi vastausten saamista. Kysymyksiä voi olla tarpeen tehdä myös muiden hallinnonalojen asiantuntijoille.

Esimerkkeinä asiantuntemustarpeista nousi esille mm. seuraavia aiheita:

- aineiden maaperäpitoisuudet sekä pysyvyys, muuttuminen ja hajoaminen ympäristössä Suomen olosuhteissa
- uusien vaihtoehtoisten testimenetelmien (in vitro-, in chemico- ja in silico-menetelmät) soveltuvuus (esim. QSAR) ja niiden tulosten luotettavuus
- epidemiologisen tiedon merkitys päätöksenteossa suhteessa koe-eläintuloksiin
- mekanistisen toksikologian soveltaminen ja käyttö käytännön päätöksenteossa
- suhtautuminen uusiin lähestymistapoihin, joita ovat esimerkiksi kemikaalien ryhmittely (grouping) ja read-across aineiden toksisuuden arvioinnissa
- aineiden eri nanomuotojen merkitys
- kemikaalien mahdollisten yhteisvaikutusten huomioon ottaminen
- (kehitys)neurotoksisuuden ja (kehitys)immunotoksisuuden arviointi
- kiinteässä olomuodossa olevien aineiden, kuten metallien ja metalliseosten, toksisuuden arviointiin liittyvät ongelmat
- tilastotieteellisen tiedon merkityksen oikea arviointi
- altistuksen arviointiin liittyvät kysymykset, kuten esimerkiksi mallinnukset, monitorointitieto sekä (uusien) henkilösuojainten ominaisuudet ja toiminta
- miten arvioidaan haitallisten aineiden ja kemikaalien korvaaminen terveyden ja ympäristön kannalta turvallisemmilla aineilla (vaihtoehtoiset aineet ja teknologiat)
- riskinhallintatoimenpiteiden vaihtoehtojen arviointi sekä kemikaalia koskevan sääntelyn kattava tunteminen eri säädöksissä
- bio- ja kiertotalouteen liittyvien riskien huomioon ottaminen, erityisesti vaaralliset aineet esi-neissä (esim. muovit, metallit ja tekstiilit)

Suuri osa edellä luetelluista aiheista on sellaisia, joihin on löydettävä ratkaisu yhteisesti EU-tasolla. Ne on kuitenkin lueteltu, koska ne myös kuvaavat sellaisia lisätietojen tarpeita, joita virkamiehillä tällä hetkellä on.

Yksi hyvä mahdollisuus toksikologian kehityksen seuraamiseen ja lisäopetukseen voisivat olla yliopistojen ja valtion tutkimuslaitosten tarjoamat täydennyskoulutustilaisuudet EU-työhön osallistuville virkamiehille ajankohtaisista aiheista. Niistä voisi olla hyötyä molemmille osapuolille, koska siten yhteydet yliopistomaailmaan säilyisivät ja toisaalta yliopistot saisivat palautetta hallinnollisen toksikologian tilanteesta ja kehityksestä. Lisäksi ensimmäisen toksikologipolven odotettavissa olevien eläköitymisten vuoksi olisi tärkeää luoda uusia kontakteja virastojen ja tutkimuslaitosten sekä yliopistojen uusien työntekijöiden välille.

EU-instituutioiden asiantuntijakokouksiin tai niiden alaisiin työryhmiin virallinen edustaja voi yleensä pyytää mukaan tieteellisiä neuvonantajia taikka hallinnollisia tai teknisiä avustajia. Heistä on aina ilmoitettava ennalta kokouksen sihteeristölle. Jos apuun on tarvetta, niin mahdollisuutta kannattaa käyttää aiempaa useammin hyväksi. Yleensä suurten jäsenmaiden edustajat käyttävät usein tällaista mahdollisuutta. Asiantuntijoiden tai avustajien pyytäminen mukaan kokouksiin olisi myös hyödyllinen oppimistilaisuus nuoremmille asiantuntijoille. Eräät kokoukset, kuten esimerkiksi ECHA:n riskinarviointikomitean (RAC) kokoukset, voivat kestää jopa kaksi viikkoa ja ne voivat jakautua samanaikaisiin alatyöryhmien kokouksiin. Tämän vuoksi kokouksiin tarvitaan asiantuntevia assistentteja.

Käsitykseni mukaan virkamiesten yhteydenpito elinkeinoelämään silloin, kun EU-valmistelussa käsitellään maamme kannalta tärkeitä aineita, olisi hyödyllistä etenkin silloin, kun keskustellaan riskinhallinnan keinoista ja mahdollisuuksista. Yritysten asiantuntijoilla on tällaisista asioista yleensä hyvät tiedot. Lisäksi elinkeinoelämän edustajilla on pitkä kokemus aiempien päätösten toimeenpanosta ja toimivuudesta. Myös tällaista taustatietoa kannattaa hyödyntää. Päätösluonnosten valmistelussa ECHA:n taustatiedot perustuvat pitkälti aineiden rekisteröinnissä saatuihin tietoihin. ECHA:n tilastojen mukaan Suomen osuus rekisteröinneistä on ns. ainoan edustajan rekisteröinnit huomioon ottaen selvästi alle 1 %. Sen vuoksi päätösten taustalla olevassa dokumentaatiossa voi olla Suomea koskevia puutteita eikä julkinen konsultaatio yleensä ole riittävä mahdollisuus niiden esille tuomiseen.

Yhteistyö yritysten kanssa tulee kuitenkin hoitaa tarkasti EU-virastojen ohjeiden mukaisesti. Sen vuoksi olisi välttämätöntä, että asiaa koskevat ECHA:n ja EFSA:n ohjeet suomennettaisiin ja alan järjestöjen kanssa sovittaisiin niiden mukaisista menettelyistä ja niiden noudattamisesta. Perusperiaatteena on luottamuksellisuus ja avoimuus. Tällöin valmisteltavana olevasta asiasta saatu uusi tieto on käsiteltävä yhdessä muiden jäsenvaltioiden kanssa. Käsitykseni mukaan ainakin manner-Euroopan puolella jäsenmaan elinkeinoelämän tilanne ja ongelmat käsiteltävien aineiden suhteen tunnetaan hyvin.

Yhteydenpitoa muiden jäsenmaiden edustajiin ja asiantuntijoihin kannaltamme vaikeissa kysymyksissä kannattaa myös käyttää hyväksi mahdollisimman usein. Sitä kautta on myös mahdollista saada tukijoita omille kannoille tai voi löytää uusia näkökulmia ongelmien ratkaisuun.

Vaikka EU-organisaatioissa toimivien kansallisten edustajien ja asiantuntijoiden koulutustaso on hyvällä tasolla moniin muihin jäsenmaiin verrattuna, sitä olisi edelleen tarpeen nostaa siten, että ajan myötä uusien rekrytointien seurauksena tehtäviin saataisiin lisää tohtoritason asiantuntijoita. Tällainen kehitys on nähtävissä erityisesti suurimpien jäsenvaltioiden edustajien koulutustasossa.



Näiden henkilöiden tulee riittävän koulutuksen ohella tuntea tietysti myös tehtävänsä edellyttämällä tavalla kyseessä oleva toimialue ja sitä koskeva lainsäädäntö. Se on tehtävien hoidon ensimmäinen edellytys, koska hallinnollinen toksikologia on aina yhteydessä sitä koskevaan lainsäädäntöön.

Tärkeintä on kuitenkin se, että edustajamme EU:n asiantuntijaryhmissä ovat motivoituneita ja kiinnostuneita tällaisesta työstä ja osallistuvat siihen aktiivisesti. Se on meidän omien asioiden hoitamista, joka tehdään yhdessä muiden jäsenmaiden asiantuntijoiden kanssa, koska olemme luopuneet jäsenyys sopimuksessa omasta suvereniteetistamme niiden valmistelussa.

## 9 Selvitysmiehen ehdotukset

1. *Rohkea arvio, voidaanko rakenteellisten muutosten avulla perustaa yhteenliittymä, jossa ihmisten terveyteen haitallisesti vaikuttavia kemikaaleja tutkitaan, toksikologista osaamista kehitetään ja ylläpidetään kokonaisvaltaisesti.*

Haastateltujen asiantuntijoiden mukaan maassamme nykytilanteessa ei ole mahdollista perustaa irrallista yhteenliittymää, jossa ihmisten terveyteen haitallisesti vaikuttavia kemikaaleja tutkitaan, toksikologista osaamista kehitetään ja ylläpidetään kokonaisvaltaisesti. Valtion tutkimus- ja asiantuntijalaitosten toksikologinen resurssi on nykyisin niin vähäistä, että irrallisen rakenteen luominen asiantuntijoita siirtämällä voi hävittää olemassa olevien yksiköiden toimintakyvyn. Laitokset tarvitsevat toksikologejaan ja toksikologit laitosten tarjoamaa muuta osaamista. Ainoa valtion tutkimuslaitoksissa jäljellä oleva toksikologian tutkimusyksikkö on Työterveyslaitoksella oleva geneettisen toksikologian laboratorio, jossa työskentelee tutkimusprofessori ja kolme tutkijaa, joista yksi on määräaikaikainen. Ja tämänkin yksikön tulevaisuus saattaa on epävarmaa.

Hallinnollisen toksikologian puolella Tukesissa ja Evirassa toksikologinen osaaminen liittyy kiinteästi virastojen EU-tehtävien hoitoon. Näiden tehtävien hoitaminen tarvitsee olemassa olevan toksikologisen osaamisen lisäksi tukea virastojen muista toiminnoista.

Koska selvityksen kohteena olevien valtionlaitosten toksikologinen osaaminen on supistettu jo lähes olemattomaksi, **ainoat mahdollisuudet toiminnan pelastamiseksi ovat yhteistyön lisääminen ja heikoimpien yksiköiden vahvistaminen.**

**Toksikologian peruskoulutus on nykyisellään toimiva maisteriohjelman myötä, joskin sen opiskelijamateriaalia tulee monipuolistaa** (mm. tekemällä ohjelma houkuttelevaksi myös lääkäreille ja eläinlääkäreille). Lisäksi opiskelijavalinnan tasoa pitää nostaa esimerkiksi markkinoimalla koulutusta tehokkaasti, jotta hakijamäärät kasvaisivat. Se helpottaisi paljon alan opetusta.

**Heikoin lenkki tällä hetkellä on vaativampaan riskinarviointiin tähtäävän asiantuntijajoukon kouluttaminen eli tohtorinkoulutus.** Tämä edellyttää merkittävää **lisäresursointia uusien virkojen perustamiseksi sekä tutkimuksen rahoituksen järjestämisen.** Tämä edellyttää myös **tutkimusrahoituksen järjestämistä THL:lle ja TTL:lle.**

**Koulutusta antava yliopisto on loogisin ja tehokkain keskus kaikkien alalla toimivien laitosten tieteelliselle yhteydenpidolle** valtion tutkimuslaitosten ja yliopistojen yhteistyösopimuksen mukaisesti.

**Valtion tutkimuslaitosten tutkimusrahoituksen lisääminen lisää samalla yliopistojen kiinnostusta laitoksiin tutkijakoulutuksen järjestämisessä tukien uusien tohtorien koulutusta.**

*Ruotsin **Swetox**-mallinen ratkaisu, joka perustuu maan 11 yliopiston tieteelliseen yhteistyöhön, vaikuttaa hyvältä, mutta sellainen on maamme taloudellisille resursseille liian kallis ja nykyisiin henkilöstövoimavaroihin nähden liian suureellinen ratkaisu. Lisäksi Suomessa toksikologian yliopisto-opetus on keskitetty pääasiassa **yhteen yliopistoon.***

Swetoxin organisaatiossa työskentelee noin 40 henkilöä ja sen määräaikainen (5 vuotta) julkisilta ja yksityisiltä tahoilta saatu rahoitus on noin 17 miljoonaa euroa. Tosin Swetox on saanut hankittua myös omaa tutkimusrahoitusta EU:lta yli 6 miljoonaa euroa. **Swetox on joka tapauksessa meille hyvä yhteistyötaho**, joka on ilmoittanut olevansa halukas yhteistyöhön suomalaisten tahojen kanssa.

Jos Suomeen perustettaisiin samanlainen alan tieteellistä kehitys- ja yhteistyötä tekevä yksikkö, sen resurssit tulisi saada uusina rekrytointina tai valtion tutkimuslaitoksista ja yliopistoista, **koska asiantuntijavirastojen toksikologian voimavarat on sidottu EU-jäsenyyden edellyttämään hallinnolliseen toksikologiaan**. Samalla valtion tutkimuslaitosten (THL, TTL) vähäiset toksikologian resurssit poistuisivat todennäköisesti kokonaan laitosten käytöstä ja kiinteät yhteydet näiden laitosten muuhun toimintaan loppuisivat.

#### EHDOTUS:

- **THL:n toksikologisia valmiuksia parannetaan rakenteellisten uudistusten avulla siten, että sinne perustetaan toksikologiaan keskittyvä erillisyyksikkö. Yksikköön rekrytoidaan 6 dosenttitason asiantuntijaa, joista 3 toimisi ympäristöterveyden, 2 elintarviketoksikologian ja 1 työterveyden ja sisäilmatoksikologian alalla. Erillisyyksikkö toimisi paikkaan sitoutumattomana virtuaaliyksikkönä hyödyntäen nykyaikaisia yhteydenpitomenetelmiä. Se mahdollistaisi myös lähitulevaisuuden uusien tiedon keräämis- ja hyödyntämisteknologioiden käytön.**
- **Erillisyyksikölle ehdotetaan perustettavaksi neuvottelukunta ja sitä tulosohjaa yhteistyössä STM ja MMM.**

#### 2. *Näkemykset, miten varmistetaan ja edelleen edistetään kansallisesti tohtoritasoista koulutusta.*

Tohtoritasoisen koulutuksen varmistaminen ja edistäminen tarkoittaa yliopistoista valmistuvien maistereiden ja lisensiaattien rekrytointia joko jatkokoulutukseen tai suoraan niihin tehtäviin, joihin tämä koulutustaso riittää. Pidemmälle koulutettujen tarpeen osalta tämä tarkoittaa yliopiston tohtorinkoulutusohjelmaan liittyvän tohtorinkoulutuksen suorittamista yliopistoissa ja käytännön tutkimustyön (väitöskirjatyön) suorittamista sekä yliopistoissa että tutkimuslaitoksissa.

#### EHDOTUS:

- **Koulutuksen varmistaminen ja edistäminen edellyttää kiinteämpää yhteistyötä yliopistojen ja tutkimuslaitosten välillä. Tutkimuslaitosten ja tietyin edellytyksin jopa elinkeinoelämän osallistuminen opinnäytetöihin toisi arkipäivän realismia valittuihin tutkimusaiheisiin.**
- **Yhteisille avauksille ja rahoitustarpeille luonteva keskustelufoorumi olisi kohdassa 1 mainittu neuvottelukunta. Erillisyyksikkö yhdessä neuvottelukunnan kanssa kehittäisi ja rakentaisi toksikologien verkostoa sekä koordinoisi yhteistyötä. Erittäin tärkeää olisi myös mahdollistaa ei-suomalaisten asiantuntijoiden viranhaku.**

3. *Miten varmistetaan kansallinen toksikologiseen **riskinarviointiin kykenevien** asiantuntijoiden valmentaminen valtionhallinnon ja muun julkisen sektorin tarpeisiin.*

Riskinarviointi on luonnollinen osa toksikologian koulutusta sekä maisteri- että tohtorikoulutuksessa. Yliopistokoulutus voi kuitenkin antaa siihen vain valmiuksia. **Riskinarvioinnille on olennaista kokemus ja työssä oppiminen.**

Riskinarviointi edellyttää vankkaa substanssiosaamista, jossa kootaan yhteen toksikologian eri osa-alueet, joten se voidaan ottaa koulutukseen mukaan vasta niiden loppuvaiheessa. Näin tehdään maisterinkoulutuksessa, jossa sen tavoitteet ovat kuitenkin väistämättä rajalliset, koska riskinarviointi edellyttää kansainvälisen tieteellisen kirjallisuuden kriittistä lukutaitoa. Se on tavoite, jota ei alan asiantuntijoiden mukaan maisteritasoisessa koulutuksessa voi riskinarviointiin vaadittavalla tasolla saavuttaa.

#### **EHDOTUS:**

- **Suomessa tulee varmistaa riittävä tohtorikoulutus, jossa käytännön riskinarviointityötä voidaan tehdä yhteistyössä kokeneiden riskinarviointiin perehtyneiden asiantuntijoiden kanssa esimerkiksi valtion tutkimuslaitoksissa tai yliopistoissa. Jos tällainen ei onnistu Suomen resurssein, pitää asiantuntemusta hakea muista maista tai järjestää riittävät opinnot Suomen ulkopuolella.**
- **Valtionhallinnon riskinarvioinnin osaaminen kannattaa keskittää valtion tutkimuslaitoksiin ja asiantuntijavirastoihin.** Muu valtionhallinto voi käyttää näiden tutkimuslaitosten ja virastojen osaamista. Pätevän riskinhallinnan osaaminen on niin vaativaa, että sitä ei kannata eikä voi rakentaa Suomen kokoisessa maassa useaan eri paikkaan.

4. *Kuva tulevaisuuden toksikologien tarpeesta toimialueittain esimerkiksi työtoksikologia, elintarviketoksikologia ja ympäristötoksikologia.*

Itä-Suomen yliopiston toksikologian jatkokoulutusohjelmasta on vuosina 1984 – 2002 valmistunut 37 ja yleisen toksikologian maisteriohjelmasta 69 maisteria (yhteensä 106 henkilöä). Toksikologiassa tohtoritutkimon Suomessa suorittaneita vuosina 1980 - 2017 on noin 50 henkilöä. Toksikologian maistereita on koulutettu vuodesta 1981/4 alkaen, näistä ensimmäiset ovat eläköitymässä.

Todennäköisesti **työtoksikologien tarve tulee vähitellen vähenemään työympäristön muutosten ja kemikaalien ennakkovalvonnan vuoksi**. Perusosaamistaso on kuitenkin tärkeä ylläpitää yllättävien valvontatilanteiden varalta. **Ympäristötoksikologian (ympäristötekijöiden terveysvaikutusten) osuus pysyy vähintään nykyisellään tai tulee kasvamaan.** Tämä alue on vielä suurelta osin tutkimatonta ja uusia ongelmia löytynee vielä vuosien ajan. **Sama koskee myös elintarviketoksikologiaa**, vaikka toisaalta ennakkovalvonnan vuoksi elintarvikkeiden kemiallinen laatu paranee. Toisaalta kontaminanttien, luonnon toksien, ympäristöstä tulevien ja elintarvikkeiden prosessoinnissa muodostuvien haitallisten aineiden merkitys tulee kasvamaan.

Hallinnollisen toksikologian osuus tulee kasvamaan lainsäädännön kehittymisen ja laajenemisen seurauksena. Hallinnollinen toksikologia lisää alan osaajien tarvetta erityisesti hallinnossa ja valvonnassa sekä yrityksissä, joita lainsäädännön velvoitteet koskevat.

#### EHDOTUS:

- Ainakin jonkin aikaa olisi syytä asettaa koulutustavoite noin 15 - 20 jatkokoulutettavaan vuosittain. Kaikkien ei välttämättä tarvitse suorittaa tohtorintutkintoa, esim. työterveyslääkärit ja ympäristöterveydestä vastaavat lääkärit ja eläinlääkärit hyötyvät osittaisesta jatkokoulutuksen läpikäymisestä, joka pitäisi tehdä mahdolliseksi. Maisterintutkinnon osalta nykyinen 20–30 opiskelijan sisäänotto on todennäköisesti riittävä, vaikka suurin osa ulkomaisista koulutetuista jättää Suomen valmistuttuaan.

#### 5. *Mikä merkitys toksikologisen tiedon/osaamisen vajeella hallinnossa on elinkeinoelämälle ja sen kilpailukyvyille.*

**Toksikologian keskeinen tehtävä on ehkäistä ennakolta kemikaaleista ja muista tekijöistä aiheutuvia terveyshaittoja.** Tämä tarkoittaa sekä potentiaalisten haittojen ennustamista että niiden priorisointia. On helppoa leimata kaikki uusi vaaralliseksi ja pysäyttää sillä tavalla kehitys. Paljon vaikeampaa on asiantuntevasti pystyä osoittamaan, mikä on tosielämässä vaarallista ja vältettävää, ja mikä on vähämerkityksellistä verrattuna innovaatioista saataviin hyötyihin. Usein tämä liittyy myös vaihtoehtoihin ratkaisuihin, joiden hyötyjä ja haittoja on verrattava (esim. pienhiukkasten synty energiantuotannossa verrattuna ydinvoiman radioaktiivisuuden riskeihin). Täten **toksikologian ammattitaidon puute näkyy epävarmuutena ja sattumanvaraisuutena päätöksenteossa, mikä estää tehokkaasti kehitystä.**

Kemikaalien haitoista tulee hyvin usein kiistoja. Eri järjestöt tai painostusryhmät näkevät suuria riskejä ja pyrkivät estämään esim. kemikaalien käyttöä, elinkeinoelämä taas pyrkii usein vähättelemään aiheuttamiinsa haittoja. **Jos päätöksentekijöillä ei ole vankkaa asiantuntemusta, päätöksenteosta tulee sattumanvaraista ja mielikuviin perustuvaa. Tämä ei voi olla rationaalisen päätöksenteon kannalta yhteiskunnan etu, eikä lopulta kiistelevien osapuoltenkaan etu.**

Tällainen toksikologisen tiedon ja osaamisen vaje aiheuttaa epävarmuutta ja hidastaa eri alojen kehitystä. Tämä voi näkyä toisaalta elinkeinoelämän omassa toiminnassa ja toisaalta suuria hankkeita koskevassa virkamiesten tai poliittisten päätöksentekijöiden päätöksenteossa. Päätöksenteko hidastuu tai pahimmillaan päätökset ovat sattumanvaraisia. Tämän vuoksi hankkeiden eteneminen hidastuu tai voi jopa pysähtyä kokonaan.

Jos elinkeinoelämän tuotekehitykseen liittyy toksikologisen osaamisen tarvetta, **voi osaamisen puute johtaa viallisiin tuotteisiin tai väärin investointeihin.** Tällaiset tilanteet ovat todennäköisemmin mahdollisia pienissä tai keskisuurissa yrityksissä, koska suurimmat yritykset löytävät tarvittavaa osaamista myös Suomen ulkopuolelta. Joka tapauksessa tämän tyyppiset tilanteet **johtavat helposti korvausvaatimuksiin, taloudellisiin tappioihin tai konkursseihin, jotka voivat ylittää selvästi toksikologisen avun hankkimiseen tarvittavat kustannukset.**

Suuret ja järjestäytyneet yritykset saavat elinkeinoelämän asiantuntijoiden mukaan oman alansa kansainvälisiltä ja kansallisilta järjestöiltä helposti tarvitsemansa tiedot, jotka koskevat hallinnollisen toksikologian vaatimuksia, lainsäädännön velvoitteiden toimenpanoa ja lainsäädännön kehitystä. Pienemmille yrityksille tilanne on vaikeampi. Jo pelkkä lainsäädännön seuraaminen on monille vaikeaa puhumattakaan lainsäädännön velvoitteiden täyttämisestä aiheutuvista kustannuksista.

Poikkeukselliset vahinkotilanteet ja onnettomuudet sekä niiden jälkihoito ja niihin liittyvät selvitykset ovat myös hyvä esimerkki toksikologisen osaamisen ja tiedon tarpeesta. Vaikka tällaiset tapaukset ovat usein johtuneet yritysten omasta toiminnasta, niiden selvittämiseen ja niistä johtuvaan julkiseen keskusteluun liittyy paljon sellaisia tilanteita, joissa tarvitaan toksikologista riskinarviointia ja osaamista.

Toksikologisen tiedon ja osaamisen jakamiseen tarvitaan myös päteviä toksikologeja. Sen vuoksi alan koulutus on avainasemassa. Tarvitsemme riittävästi päteviä maisteri- ja tohtoritasoisia toksikologeja eri tehtäviin yritysten ja hallinnon palvelukseen. **Todennäköisesti toksikologien tarve tulee lisääntymään uusille teollisuuden aloille, kuten esimerkiksi rakennus-, kaivos-, metalli-, energia- ja metsäteollisuuden. Suuri toksikologisen osaamisen haaste on myös kiertotalouden järjestäminen työntekijöiden, kuluttajien ja ympäristön kannalta turvallisesti.**

#### EHDOTUS:

- **Tavoite on, että yritykset toimivat vastuullisesti ja saavat tarvittavan toksikologisen asiantuntemuksen kotimaastaan kohtuullisin kustannuksin. Kyse on pohjimmiltaan Suomen yrityksille tarjoamasta toimintaympäristöstä, jonka tulee olla kilpailukykyinen maailman markkinoilla myös toksikologisen osaamisen ja palvelujen kannalta.**
- **Tavoitteena on oltava vahinko- ja onnettomuustilanteiden selvittäminen mahdollisimman nopeasti ja saattaa olosuhteet turvallisiksi. Niihin tarvittavat toksikologiset palvelut tulee saada mahdollisimman nopeasti suomalaisilta asiantuntijoilta, jotka tuntevat maamme olosuhteet ja pystyvät kommunikoimaan suomeksi. Tällaista palvelua tarvitsevat sekä viranomaiset että yritykset.**

6. *Kriittinen arvio suomalaisten toksikologien **toiminnasta EU-organisaatioissa** riskinarvioinnin asiantuntijatehtävissä 2000-luvulla ja toimenpide-ehdotus näiden tehtävien asianmukaisesta hoitamisesta tulevaisuudessa.*

Yleiskommenttina voi sanoa, että **olemme hyvää pohjoismaista tasoa, vaikka emme aina ole yhtä tehokkaita ja aktiivisia kuin esimerkiksi ruotsalaiset ja tanskalaiset kollegamme.** Meillä on ollut komiteoiden kokoonpanoja vertailtaessa myös **hyvin koulutettuja edustajia, joilla hyvä toksikologian perusosaaminen.** Hyvän koulutustaustan tuoma varmuus on tärkeä edellytys oman asiantuntemuksen tai jäsenen näkemysten esille tuomisessa. Sen **lisäksi tarvitaan itseluottamusta ja hyvää kielitaitoa**, jotta näkemykset saadaan oikein ymmärretyiksi. Perusteellinen ja kattava asioiden valmistelu on myös tärkeää.

Kokouksiin ennalta valmistautumiseen tulee käyttää riittävästi aikaa. Ajan käyttöön tulee hankkia tarvittaessa esimiehen suostumus.

**Ainakin tärkeimpiin alan kokouksiin tulee perustaa jonkinlainen taustaryhmä tai *ad hoc* -ryhmä** taikka ainakin jonkinlainen sopimuksenvarainen menettely, jolla varmistettaisiin mahdollisimman laadukas ja kattava asioiden valmistelu.

Suomen kannalta tärkeissä kokouksissa kannattaa **käyttää päätöksenteon seurantaan yksinkertaista määrämuotoista lomakepohjaa**. Sellaisen käyttö helpottaa asioiden etenemisen seuraamista ja seuraaviin kokouksiin valmistautumista ja päätöksentekoa. Niiden avulla saa myös kokousraportteja helpommin ja nopeammin käsityksen asioiden etenemistä.

**Virastojen tulisi sopia valtion tutkimuslaitosten ja yliopistojen kanssa mahdollisuudesta tarpeen vaatiessa pyytää asiantuntija-apua**. Pyyntöihin vastaamisesta ja muista menettelytavoista olisi hyvä sopia virastojen ja tutkimuslaitosten kesken yleisellä tasolla jo ennakolta, jotta kaikki osapuolet ovat tietoisia asiasta.

**Yliopistojen ja valtion tutkimuslaitosten kanssa voidaan järjestää toksikologian kehityksen seuraamiseksi ja lisäopetuksen saamiseksi ajankohtaisista aiheista täydennyskoulutustilaisuuksia tai seminaareja EU-työhön osallistuville virkamiehille**. Niistä olisi **hyötyä molemmille osapuolille**, koska samalla yhteydet säilyisivät yliopistomaailmaan ja toisaalta yliopistot saisivat palautetta hallinnollisen toksikologian tilanteesta ja kehityksestä.

EU-kokousten virallinen edustaja voi yleensä **pyytää mukaan kokouksiin tieteellisiä neuvonantajia taikka hallinnollisia tai teknisiä avustajia** ilmoittamalla siitä ennalta kokouksen sihteerille. **Tällaista mahdollisuutta kannattaa käyttää aiempaa enemmän**. Niistä olisi hyötyä kokoustyöskentelyn tehostamisessa ja nuorempien kollegoiden perehdyttämisessä.

Virkamiesten **yhteydenpito elinkeinoelämän asiantuntijoihin** olisi hyödyllistä silloin, kun EU-valmistelussa käsitellään maamme kannalta tärkeitä aineita. Tällaista mahdollisuutta tulisi käyttää **etenkin silloin, kun keskustellaan riskinhallinnan keinoista ja mahdollisuuksista**. Reaalitilanteiden tuntemus antaa paljon paremman kuvan tilanteista kuin altistumisskenaarioiden kuvaukset. Yrityksillä on myös laajaa kokemusta jo tehtyjen ratkaisujen toimivuudesta ja hyödyllisyydestä.

**Yhteistyö yritysten kanssa tulee kuitenkin hoitaa tarkasti ECHA:n ja EFSA:n ohjeiden mukaisesti**. Sen vuoksi olisi välttämätöntä, että **asiaa koskevat EU-ohjeet suomennettaisiin ja alan järjestöjen kanssa sovittaisiin niiden mukaisista menettelyistä ja niiden noudattamisesta**. Peruserätyytenä on luottamuksellisuus ja avoimuus.

**Yhteydenpitoa muiden jäsenmaiden asiantuntijoihin kannaltamme vaikeissa kysymyksissä kannattaa myös käyttää aiempaa enemmän**. Näin voi saada tukea omille näkemyksillemme tai oppia uusia ratkaisumalleja.

Vaikka EU-organisaatioissa toimivien kansallisten edustajien ja asiantuntijoiden koulutustaso on hyvällä tasolla moniin muihin jäsen maihin verrattuna, sitä olisi edelleen tarpeen nostaa siten, että **ajan myötä uusien rekrytointien seurauksena tehtäviin saataisiin lisää tohtoritason asiantuntijoita**.

**Tärkeintä on kuitenkin se, että edustajamme EU:n asiantuntijaryhmissä ovat motivoituneita ja kiinnostuneita tällaisesta työstä ja osallistuvat siihen aktiivisesti**. Kyseessä on meidän omien asioiden

hoitaminen, joka tehdään yhdessä muiden jäsenmaiden asiantuntijoiden kanssa, koska olemme luponeet jäsenyyssojpmuksessa omasta suvereniteetistamme niiden valmistelussa.

#### **EHDOTUS:**

- **Suomalaisten kokousedustajien aktiivisuuden lisäämiseksi laaditaan ja jaetaan aiempaa useammin kirjoitettua kannanottoja. Monet vertailukelpoiset jäsenmaat käyttävät niitä useammin kuin suomalaiset.**

#### **7. Muut ehdotukset**

**Selvitetään Vakavien kemiallisten uhkien osaamiskeskuksen (C-osaamiskeskus) koordinoitavuutta siirtäminen Työterveyslaitokselta Terveysten- ja hyvinvoinninlaitokselle.** Tehtävä sopii hyvin THL:n hoidettavaksi sen laajan vastuualueen vuoksi. Työterveyslaitos osallistuu edelleen yhteistyöverkoston toimintaan omilla vahvuusalueillaan, kuten tähänkin asti.

Lisäksi kannattaa selvittää, voisiko THL olla yksi mahdollisuus järjestää tulevaisuuden **valtakunnalliset Myrkytystietokeskuksen palvelut** uuden EU-lainsäädännön edellyttämällä tavalla.

**Selvitetään mahdollisuus tehostaa yhdessä muiden pohjoismaisen kanssa yhteistyötä Ruotsin Swetox-konsortion kanssa.** Yhteistyötahoina olisivat ensi sijassa maamme toksikologian koulutuksesta vastaavat yliopistot sekä tutkimushankkeissa myös valtion tutkimuslaitokset. Yksi mahdollisuus yhteistyön organisoinnissa on toteuttaa se Pohjoismaiden ministerineuvoston kemikaaliryhmän tai jonkin muun ryhmän kautta.



# Liitteet

**Liite 1** Pääjohtajien kirje 7.3.2017

**Liite 2** Toksikologisen osaamisen turvaaminen, toimeksianto, STM 7.11.2017

**Liite 3** Haastatellut henkilöt

**Liite 4** THL:n (KTL:n) toksikologiaan liittyvät kansainväliset asiantuntijatehtävät 2000-luvulla

**Liite 5** TTL:n toksikologisen tutkimuksen ja riskinarvioinnin resurssit ja asiantuntijatehtävät

**Liite 6** Eviran asiantuntijat toksikologiaa ja kemiaa sivuavissa EFSA:n paneeleissa, työryhmissä ja verkostoissa

**Liite 7** Tukesin asiantuntijat ECHA:n ja komission komiteoissa ja työryhmissä

**Liite 8** Itä-Suomen yliopiston toksikologiaan (ja lähialueisiin) liittyvät budjettirahoitteiset tehtävät

**Liite 9** Itä-Suomen yliopiston toksikologian koulutusohjelmista valmistuneet ja toksikologian tohtoritutkinnon Suomessa suorittaneet

## Liite 1 Pääjohtajien kirje 7.3.2017

Ylijohtaja Veli-Mikko Niemi, Sosiaali- ja terveysministeriö

Ylijohtaja Minna-Mari Kaila, Maa- ja metsätalousministeriö

Ylijohtaja Pekka Timonen, Työ- ja elinkeinoministeriö

Ylijohtaja Tapio Kosunen, Opetusministeriö

### Toksikologisen osaamisen turvaaminen valtionhallinnossa

**Mitä on toksikologia**

Toksikologia käsittelee mm. elintarvikkeissa, maataloudessa ja kemianteollisuudessa esiintyvien monenlaisten kemikaalien ja jäämien haittavaikutuksia. Toksikologista osaamista tarvitaan lisäksi lääkkeiden turvallisuuden arvioinnissa. Kemikaalien aiheuttamien vahingollisten terveysvaikutusten riskinarviointi on mm. yksi toksikologian tärkeimpiä tavoitteita.

Toksikologia on kiinteä osa riskinhallintaa, kun kehitetään ja toimeenpannaan kansallista ja yhteisötason sääntelyä estämään kemikaalien haitallisia vaikutuksia.

#### Nykytilanne valtionhallinnossa

Soveltavaa toksikologista tutkimusta on tehty merkittävästi Terveiden ja hyvinvoinnin laitoksella, Työterveyslaitoksella sekä Elintarviketurvallisuusvirastossa. Tutkimuslaitoksiin kohdistuneiden taloudellisten säästövelvoitteiden toteuduttua ja supistuksia seuranneessa toiminnan kohdentamisessa toksikologiseen osaamiseen oleellisesti kuuluvat työssäoppimisen mahdollisuudet ovat merkittävästi vähentyneet. Toksikologien tarve valtionhallinnossa on kuitenkin olemassa kemikaaleihin liittyvän lisääntyvän sääntelyn ja arviointityön vuoksi.

#### Tulevaisuudessa uhka

Valtionhallinnossa työskentelevien toksikologien keski-ikä on korkea - asia joka johtaa osaamisen katoamiseen. Työssäoppimisen mahdollisuudet ovat merkittävästi huonontuneet.

Kansallinen kemikaaliturvallisuus ei voi nojata ajatukseen, että tieto poimitaan Euroopan yhteisön tai kansainvälisen yhteistyön tuloksena — tarvitaan henkilöitä, joilla on kyky ymmärtää, joilla on korkeatasoinen osaaminen ja kyky osallistumiseen ja vaikuttamiseen. Suomella on kansallisia velvoitteita ja tavoitteita osallistua esim. Euroopan kemikaaliviraston toimintaan, jossa merkittävänä osallistujakaartina ovat toksikologit.

Tavoite

Allekirjoittaneet ovat kokouksessaan 1. helmikuuta 2017 asettaneet tavoitteeksi toksikologisen osaamisen säilyttämisen Suomessa.

Miten tavoitteeseen päästään

Etenemisen varmistamiseksi tilannearvio toimenpide-ehdotuksineen ehdotetaan annettavaksi selvitysmiehelle/ryhmälle tehtäväksi. Tarkasteluissa tulisi ilmetä mm. voidaanko perustaa yhteenliittymä, jossa ihmisen terveyteen haitallisesti vaikuttavia kemikaaleja tutkitaan ja toksikologista osaamista kehitetään kokonaisvaltaisesti. Kantaa pitäisi ottaa myös siihen, miten varmistetaan kansallisen toksikologisen tiedon tuottaminen sekä osaavien ja riskinarviointiin kykenevien asiantuntijoiden valmentaminen valtionhallinnon tarpeisiin.

Helsingissä 7. maaliskuuta 2017



Professori Kimmo Peltonen, pääjohtaja



Professori Juhani Eskola, pääjohtaja



Matti Aho, pääjohtaja



Professori Antti Koivula, pääjohtaja

## Toksikologisen osaamisen turvaaminen, työsuunnitelma

### Selvityksen tavoite

Tarkan tilannekuvan luomiseksi **tilannearvio toimenpide-ehdotuksineen** ehdotetaan annettavaksi selvitysmiehelle/ryhmälle tehtäväksi.

Selvityshenkilön **1. omien havaintojen ja pohdintojen** lisäksi tilannekuvaan pitää sisältyä toimialueen tuntevien henkilöiden **2. haastatteluja** niin viranomaissektorilta, elinkeinoelämästä ja yliopistomaailmasta. Eräitä avainhenkilöitä on lueteltu kohdassa *selvityksen sisältö*.

Selvityksen tulee sisältää rohkea arvio siitä, voidaanko rakenteellisten muutosten avulla perustaa **3. yhteenliittymä**, jossa ihmisen terveyteen haitallisesti vaikuttavia kemikaaleja tutkitaan (1) ja toksikologista osaamista kehitetään (2) ja ylläpidetään (3) kokonaisvaltaisesti. Raportin tulee sisältää näkemys, miten varmistetaan ja edelleen edistetään kansallisesti tohtoritasoista 4. koulutusta. Selvityksestä tulee käydä ilmi, miten varmistetaan kansallinen toksikologiseen **5. riskinarviointiin** kykenevien asiantuntijoiden valmentaminen valtionhallinnon ja muun julkisen sektorin tarpeisiin. Tarkastelun tulisi piirtää kuva tulevaisuuden 6. toksikologien tarpeesta toimialueittain esimerkiksi työtoksikologia, elintarviketoksikologia ja ympäristötoksikologia ja mikä merkitys toksikologisen tiedon/osaamisen **7. vajeella on elinkeinoelämälle ja sen kilpailukyvyllä**. Laatia kriittinen arvio suomalaisten toksikologien **8. toiminnasta EU-organisaatioissa** riskinarvioinnin asiantuntijatehtävissä 2000-luvulla ja toimenpide-ehdotus näiden tehtävien asianmukaisesta hoitamisesta tulevaisuudessa.

### Selvityksen toteutus

Tehtävän laajuuden vuoksi selvitysmiehen työ perustuu eri sektoreiden asiantuntijoiden haastatteluille ja muulle taustatietojen keräämiselle. Selvityksen ehdotukset perustuvat tähän aineistoon. Selvityksessä voi myös olla vaihtoehtoisia ratkaisumalleja, joista päätetään/valitaan selvityksen jälkeen asiaa valmisteltaessa vastuullisten viranomaisten kesken. Kyseessä on siis taustaselvitys, ei lopullinen ratkaisumalli, johon tarvitaan myös kansallisten taloudellisten mahdollisuuksien selvittäminen.

Selvityksessä ei esitetä valittujen henkilöiden haastatteluja. Siinä esitetään vain niiden perusteella kootut tiedot sekä tehdyt johtopäätökset ja ehdotukset. Haastatellut henkilöt luetellaan selvityksen liitteessä.

Työn toteutuksessa selvityshenkilön tukena on ohjausryhmä, johon osallistuvat sosiaali- ja terveysministeriö, maa- ja metsätalousministeriö, opetus- ja kulttuuriministeriö sekä turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes). Heiltä voi tarvittaessa tarkistaa yksityiskohtaisia taustatietoja ja varmistaa, että työ vastaa tilaajien vaatimuksia.

## **Tehtävän rajaus**

Selvityksessä keskitytään kemikaalien terveysvaikutuksiin. Lääketoksikologiaa ei käsitellä yksityiskohtaisesti, mutta samoja selvityksessä esitettyjä periaatteita voidaan tarvittaessa soveltaa myös lääkepuolen toksikologisen osaamisen turvaamiseen ja jatkuvuuden varmistamiseen. Samanlaista lähestymistapaa voidaan soveltaa myös kemikaalien ympäristövaikutuksiin ja vaikutuksiin luontoympäristössä.

Kansainvälisessä arviossa keskitytään vain EU:n päätöksenteossa ja toimieli-  
missä tehtävään toksikologiaan perustuvaan asiantuntijatyöhön. Täten ulko-  
puolelle jäävät esimerkiksi YK:n eri toimielimet (esim. WHO, IARC, FAO ILO,  
UNEP), OECD:ssä tehtävä työ, elinkeinoelämän kansainväliset järjestöt ja  
REACH-rekisteröinnin edellyttämät ainekohtaiset konsortiot ja asiantuntijaryh-  
mät sekä muut kansainväliset järjestöt, kokoukset ja konferenssit. Tosin vahva  
kansallinen toksikologinen osaaminen on tarpeellista ja hyödyllistä myös näillä  
foorumeilla ja sen vuoksi niitä kuvataan yleisellä tasolla. Niiden tarkempi sel-  
vittäminen on kuitenkin tämän hankkeen kannalta erittäin työlästä ja osittain  
mahdotontakin, koska suuri osa kokouksista on luottamuksellisia.

## **Selvityksen sisältö – Lopullinen otsikointi määräytyy yksityiskohtaisesti työn aikana**

1. Johdanto (tilannekatsaus/ongelman kuvaus)
2. Mahdollisuudet ja reunaehdot perustaa monialainen toksikologinen keskittymä/yhteenliittymä
3. Opetuksen tarkoituksenmukaisuus määrä ja laatu (yleisellä tasolla)
4. Valtionhallinnossa työskentelevien riskinarvioijien profiili/profiilit
5. Toksikologien määräärvio klassisen toimialajaottelun mukaan nyt ja tulevaisuudessa
6. Elinkeinoelämässä toimivien toksikologien tarve ja toksikologisen osaamisen puutevaikutukset hal-  
linnossa elinkeinolle
7. Toiminta EU-riskinarviointitehtävissä 2000-luvulla, erityisesti onko edustus ja kyky ollut riittävä kan-  
sallisen edun näkökulmasta
8. Selvitysmiehen omat ehdotukset perusteluineen
9. Ehdotukset selvitysmiehen haastateltaviksi on esitetty erillisessä liitteessä (esimerkkiluettelo)

Selvityksen määräaika on 31.3.2018

## LIITE

### LUONNOS ESIMERKKILUETTELOKSI HAASTATELTAVISTA HENKILÖISTÄ

Jouko Tuomisto, Kirsi Vähäkangas, Jukka Malm, Kai Savolainen, Tiina Santonen, Matti Viluk-  
sela, Hannu Kiviranta, Reetta Orsila, Sirkku Saarikoski, Hanna Korhonen, Sebastian Hielm,  
Pertti Koivisto, Kimmo Peltonen, Seppo Loikkanen, Ilkka Pollari, Pekka Kortesmaa, Jan Schuk,  
Kari Haring, Eliisa Irpola, Tuula Heinonen, Eeva Punta, Åke Bergman Swetox

Haastattelujen aikana voi löytyä myös uusia henkilöitä haastateltaviksi.

### **Liite 3 Haastatellut henkilöt**

#### **Haastatellut henkilöt**

30.3.2018

##### **Swetox**

FT, Prof., Pääjohtaja Åke Bergman

##### **THL**

Prof. (emeritus) Jouko Tuomisto

Tutkimusprof. (emeritus) Hannu Komulainen

FT, Tutkimusprof., Dos. Anne Hyvärinen

FT, Tutkimusprof., Dos. Hannu Kiviranta

FT, Dos., Marja Korkalainen

##### **Itä-Suomen Yliopisto (UEF)**

LKT, FT, Prof., Kirsi Vähäkangas, Farmasian laitos

FT, Prof. Maija-Riitta Hirvonen, Ympäristö ja biotieteiden laitos

FT, Prof. Matti Viluksela, Farmasian laitos, Ympäristö ja biotieteiden laitos, THL

FT, Dos. Jonne Naarala, Ympäristö ja biotieteiden laitos

FT, Dos. Pasi Jalava, Akatemiututkija, Ympäristö ja biotieteiden laitos

FT, Dos. Kati Huttunen, yliopistotutkija, Ympäristö ja biotieteiden laitos

FaT, Marjut Roponen, yliopistotutkija, Ympäristö ja biotieteiden laitos

FT, Marjo Huovinen, yliopistotutkija, Farmasian laitos

##### **TTL**

FT, tutkimus- ja palvelukeskuksen johtaja Carita Aschan

FL, Johtaja Tuula Liukkonen

LKT, FT, MSc vanhempi tutkija Tiina Santonen

FT, Dos. johtaja Sirpa Pennanen

FT, Dos. Tutkimusprof. Hannu Norppa

MD, FT, Tutkimusprof. Kai Savolainen

LKT, FT, MSc, Prof. (emeritus) Kaj Husman

## **Evira**

Osastonjohtaja Pia Mäkelä

Prof., Tutkimusyksikönjohtaja Janne Nieminen

Tutkimusprof., erikoistutkija Pertti Koivisto

Erikoistutkija Johanna Suomi

Erikoistutkija Tero Hirvonen

Ylitarkastaja Marika Jestoi

## **Tukes**

Prof., pääjohtaja Kimmo Peltonen

Ryhmäpäällikkö Paula Haapasola

Ylitarkastaja Petteri Talasniemi

Ylitarkastaja Sirpa Luomahaara

## **Helsingin yliopisto**

Toksikologian prof., ET, FT Raimo Pohjanvirta

FT Jere Lindén, patologian laitos

## **Oulun yliopisto**

Prof. (emeritus) Olavi Pelkonen

## **Tampereen yliopisto**

FT, Dos. Prof. Tuula Heinonen, FICAM

## **Euroopan kemikaalivirasto (ECHA)**

Varapääjohtaja Jukka Malm

Anna-Liisa Sundquist, jäsenvaltioiden komitean puheenjohtaja, eläkkeellä



## **Järjestöt**

Johtava asiantuntija Eliisa Irpola, Kemianteollisuus ry

Asiantuntijalääkäri Jan Schugk, Elinkeinoelämän keskusliitto ry

Asiantuntijalääkäri Kari Haring, SAK ry

## **Ministeriöt**

Johtaja Jari Keinänen, STM

Neuvotteleva virkamies Hanna Korhonen, STM

Neuvotteleva virkamies Sirkku Saarikoski, STM

Elintarviketurvallisuusjohtaja Sebastian Hielm, MMM

Johtaja Tomi Lounema, TEM

## **Yritykset**

Head of Regulatory Affairs, Environment and Climate Seppo Loikkanen, Neste Oyj

Ilkka Pollari, Kemira Oyj, eläkkeellä

Toimitusjohtaja, hallituksen puheenjohtaja, FL Eeva Punta, Linnunmaa Oy

Ympäristö- ja kemikaaliturvallisuusasiantuntija, FT Greta Waissi, Linnunmaa Oy

## Liite 4 THL:n (KTL:n) toksikologiaan liittyvät kansainväliset asiantuntijatehtävät 2000-luvulla

### THL:n (KTL:n) toksikologiaan liittyvät kansainväliset asiantuntijatehtävät 2000-luvulla

| Vuodet    | Nimi             | Tehtävä / edustus  |
|-----------|------------------|--|
| 1999–2000 | Jouko Tuomisto   | Useita valmistavia paneeleja ja kokouksia Belgian dioksiini-katastrofin selvittelyssä  |
| 2002–2004 | Jouko Tuomisto   | Suomen varaedustaja Euroopan elintarviketurvallisuus-viranomaisen neuvoa antavassa ryhmässä (EFSA Advisory Forum).   |
| 2003–2004 | Jouko Tuomisto   | EU Consultative Group on Environment and Health: Technical working group on Integrated Monitoring of Dioxins and PCBs, puheenjohtaja "Integrated Monitoring of dioxins & PCBs in the Baltic Region", Baseline Report (raportti 130 s.) ja Actions and Recommendations (raportti 95 s.) |
| 2004      | Jouko Tuomisto   | WHO/Fourth Ministerial Conference on Environment and Health, Budapest, Suomen valtuuskunnan jäsen  |
| 2004      | Jouko Tuomisto   | EFSA työryhmä: Scientific Colloquium setting tolerable intake levels for dioxins etc.  |
| 2005      | Jouko Tuomisto   | EFSA työryhmä: On risk assessment of genotoxic and carcinogenic compounds  |
| 2005–2006 | Jouko Tuomisto   | International Panel Review, jäsen: Evaluation of the scientific competence of The Radiation and Nuclear Safety Authority   |
| 2006      | Jouko Tuomisto   | EFSA työryhmä: Scientific colloquium Risk-benefit analysis of foods  |
| 2007–2009 | Jouko Tuomisto   | WHO: Update of ENHIS indicators, valmistelutyö   |
| 2010      | Jouko Tuomisto   | WHO: Preventing disease arising from chemical, biological and physical environments, valmistelutyö   |
| 2004–2009 | Hannu Komulainen | Member, Scientific Committee on Health and Environmental Risks (SCHER), European Commission  |
| 2000      | Matti Viluksela  | Member, External peer review panel on the U.S. EPA dioxin reassessment documents "Integrated Summary and Risk Characterization for 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD) and related compounds" and "Toxicity Equivalency Factors (TEF) for Dioxin and Related Compounds"         |
| 2004–2009 | Matti Viluksela  | Member, Scientific Committee on Health and Environmental Risks (SCHER), European Commission  |
| 2006-2010 | Matti Viluksela  | Member, Standing Expert Committee on Environmental Toxicology / Pollution, Environment and Health of the Swedish Research Council for Environment, Agricultural Sciences and Spatial Planning (FORMAS)   |

|           |  |   |
|-----------|--|---|
| 2006-     | Hannu Kiviranta,<br>Panu Rantakokko,<br>Päivi Ruokojärvi | Network of national reference laboratories for dioxins and PCBs in feed and food  |
| 2003-2004 | Matti Jantunen   | Member, EC/JRC/IHCP (Ispra): CEM-TF Task Force on Chemical Exposure Model evaluation and harmonization  |
| 2002-2004 | Matti Jantunen   | Member, EC/JRC/IHCP (Ispra): Stratex Task Force to develop a research activity strategy for Unit for Physical and Chemical Exposure   |
| 2003-2005 | Matti Jantunen   | Member, CSTEE (Scientific Committee on Toxicity, Ecotoxicity and the Environment), Brussels. Working Group "Indoor Climate"   |
| 1999-2004 | Matti Jantunen   | Chair: WHO/IPCS, Geneva: Exposure Modelling Subgroup / Exposure Activity Planning Group. Harmonization of Approaches to the Assessment of Risk from Exposure to Chemicals   |
| 2002-2010 | Matti Jantunen   | Member: CEFIC/LRI External Scientific Advisory Board  |
| 2002      | Matti Jantunen   | Chair: Joint WHO/ECEH – JRC/ECA Workshop in WHO/ECEH, and coauthor of Report: Role of Human Exposure Assessment in Air Quality Management   |
| 2004      | Matti Jantunen   | Chair: WHO/ECEH Expert group on Health Impacts of Transport Related Air Pollution, Bonn. Its document, WHO Monograph on Health Impacts of Transport Related Air Pollution was selected among the highest priority WHO documents for 2004.   |
| 2006      | Matti Jantunen   | Consultant, Development of WHO Guidelines for Indoor Air Quality, Chair: WG on IAQ Guidelines for nitrogen dioxide. WHO/ECEH  |
| 2008-2017 | Matti Jantunen   | Mitglied, Expertenkommission Expositionsschätzung und -standardisierung, Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL)  |
| 2008-2011 | Matti Jantunen   | Member, JRC/IHCP Working group: Critical Appraisal of the Setting and Implementation of Indoor Exposure Limits in the EU for chemical substances (IndEx) update   |
| 2012-2013 | Matti Jantunen   | Member, WHO Review of evidence on health aspects of air pollution - REVIHAAP Project, coauthor of the Technical Report  |
|           |  |   |
| 2006      | Otto Hänninen  | WHO Technical officer coordinating work of the international group of experts on the "Assessment of health risks of heavy metals from long-range transboundary air pollution", Task force on health of the UNECE Convention on LRTAP, WHO, European Centre for Environment and Health, Bonn, Germany. Working group meeting in Berlin on May 30-31, 2006. |
| 2006      | Otto Hänninen  | WHO Technical officer preparing the planning meeting of the international group of experts on the "Development of WHO Guidelines for Indoor Air Quality", WHO, European Centre for Environment and Health.  |
| 2007      | Otto Hänninen  | Scientific secretary of the WHO working group for Development of WHO Guidelines for Indoor Air Quality, Dampness,   |

|           |               |  |
|-----------|---------------|--|
|           |               | mould and ventilation. WHO, European Centre for Environment and Health   |
| 2010-2011 | Otto Hänninen | Invited expert of WHO Working group and author of scientific background documents for "Monitoring the implementation of Parma Conference commitments: organizational and methodological issues"  |
| 2012      | Otto Hänninen | Module leader on Environmental Burden of Disease at the WHO Capacity Building training course in Riga, Latvia on 19-23.3.2012. Reviewer of the REVIHAAP project 2012-13. Invited expert, WHO School survey, exposures and ventilation 2011-2014. |
| 2015-2017 | Otto Hänninen | Chair of the Particle-Lung Interaction Working group of European Aerosol Association, co-chair 2013-2015   |
| 2017-2019 | Otto Hänninen | Chair of the Aerosols and Health Working group of European Aerosol Association   |
|           | Otto Hänninen | Chair of Methods in health risk and health impact assessment (WG3) of COST Action IS1408 Network on Contaminated Industrial Sites.   |
|           | Raimo Salonen | UNECE-CLRTAP / WHO-ECEH Joint Task Force on Health Effects of Long-range Transboundary Air Pollution   |
|           | Raimo Salonen | Focal point of Finland: WHO-Geneva Global Burden of Disease / Health impacts of outdoor air pollution  |

## Liite 5 TTL:n toksikologisen tutkimuksen ja riskinarvioinnin resurssit ja asiantuntijatehtävät

Helsingissä 28.2.2018

### TYÖTERVEYSLAITOKSEN TOKSIKOLOGISEN TUTKIMUKSEN JA RISKINARVIOINNIN RESURSSIT TOKSIKOLOGIAN NÄKÖKULMASTA

#### Työterveyslaitoksen resurssit tällä hetkellä toksikologian ja riskinarvioinnin alueilla

Laitoksen toksikologian ja riskinarvioinnin osaamisalueet: 1) genotoksikologia; 2) riskinarviointi; 3) työlääketeide; ja 4) työympäristölaboratoriot ja riskinarviointi; 5) Muu.

#### 1. Genotoksikologia

##### Toksikologit

Hannu Norppa, tutkimusprofessori (siirtyy eläkkeelle viimeistään kesäkuun lopussa 2020)

Julia Catalán, erikoistutkija

Hanna Lindberg, tutkija

Gerard Vales, tutkija (määräaikainen)

##### Laboratorio

*Geneettisen toksikologian laboratorio.* Soluviljelytutkimukset, koe-eläinnäytteiden tutkimus, työpaikoilta kerättyjen näytteiden tutkimus, työntekijöiden tutkimukset. DNA-vauriot, kromosomimuutokset, solutoksisuus.

##### Tutkimuskohteet

- *Työympäristön genotoksisten ja syöpävaarallisten altisteiden tunnistaminen:* Viime vuosina pääpaino on ollut nanomateriaaleissa, mutta myös muiden altisteiden vaikutuksia on tutkittu.
- *Työperäisten altisteiden vaikutusmekanismit:* genotoksisten vaikutusten merkitys hiukkasten aiheuttamassa keuhkosityövässä.
- *Genotoksisen altistumisen vaikutukset työntekijöillä:* Menetelmä syöpävaarallisen altistumisen arvioimiseksi yksilötasolla verinäytteistä.
- *Menetelmänkehittely:* primäärisen ja sekundaarisen genotoksisuuden tunnistamiseksi.

##### Meneillään olevat hankkeet:

- **Partnerina kahdessa suuressa EU H2020** hankkeessa jotka keskittyvät nanomateriaalien genotoksisuuteen ja niiden riskiarviointiin ja -hallintaan sekä kaksi merkittävää Työsuojelurahaston hanketta. Lisäksi teollisuuden rahoittama hanke, joka liittyy nanomateriaalien genotoksisuuteen ja immunotoksisuuteen.

#### 2. Riskinarviointi

##### Toksikologit:

- Tiina Santonen, johtava asiantuntija

- Helene Stockmann-Juvala, vanhempi asiantuntija, 1.2 lukien toimivapaalla ECHAssa, toimi täyttämättä
- Piia Taxell, tutkija (vanhempainvapaalla)
- Selma Mahiout, tutkija, aloittanut 8.1.2018, vuoden määräaikainen toimi
- Pasi Huuskonen, tutkija, Kuopio, aloittanut 8.1.2018, vuoden määräaikainen toimi

Lisäksi riskinarviointitehtävissä ja esim. HTP-muistioiden laadinnassa avustaa kemistitaustaisia ja työhygieenikkotaustaisia asiantuntijoita.

#### **Tehtävät:**

- Riskinarviointi tutkimushankkeissa (Valtioneuvoston kiertotalouteen liittyvä SIRKKU-hanke, SYKE koordinoi).
- Asiantuntemus kemikaalien aiheuttamissa ammattitautiepäilyissä sekä erityisäitiysloma-arvioinnissa
- TTH-koulutus toksikologiassa, työterveyshuoltojen ohjeistus/oppikirjat
- C-valmiustehtävät; toksikologinen asiantuntemus akuuteissa kemikaalipäästöissä, OVA-ohjeet, kansainväliset kemikaalikortit

### **3. Työlääketiede**

Kemisti, toksikologi Katri Suuronen (herkistävät kemikaalit). Hänen tehtävänsä liittyvät herkistävien aineiden ammattitautidiagnostiikkaan ja siihen liittyvään tutkimukseen toksikologiaa sivuten.

### **4. Työympäristölaboratoriot ja riskinarviointi**

#### **Toksikologit:**

- Sirpa Pennanen, FT, dosentti, yksikön johtaja

Tutkimus kattaa palvelutoiminnan muodossa työympäristössä tapahtuvaa altistumista ja siihen liittyvää riskinarviointia. Osana toimintaa ylläpidetään kansalliseen C-valmiuteen tarvittavia analyysejä.

Lisäksi on muita kemikaalien altistumisen arvioinnissa ja riskin arviointitehtävissä avustavia kemisti- tai työhygieenikkotaustaisia asiantuntijoita.

**Päätoimista toksikologista tutkimusta ja riskinarviointia toteutetaan kohtien 1, 2 ja 5 alla. Muu on toksikologiaa ja riskinarviointia tukevaa asiantuntija- ja palvelutoimintaa.**

### **5. Muu toksikologinen tutkimus ja riskinarviointi**

Toksikologiaan, erityisesti nanotoksikologiaan, liittyviä asiantuntijatehtäviä ja tutkimusta tekee myös tutkimusprofessori Kai Savolainen. Hänen työsuhteensa Työterveyslaitokseen päättyy kesäkuun lopussa 2020 hänen siirtyessään eläkkeelle.

## Yhteenveto asiantuntijatehtävistä:

Toksikologiset asiantuntijatehtävät EU:ssa 2000-luvulla:

- Hannu Norppa: EU puiteohjelmien hakemusten arviointi, 2000-2005
- Hannu Norppa: SCCP (Scientific Committee on Consumer Protection), kahden työryhmän jäsen, 2006-2008
- Hannu Norppa: SCENIHR (Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks), jäsen ja useiden työryhmien jäsen, 2009-2015
- Hannu Norppa: SCOEL (Scientific Committee on Occupational Exposure Limits), jäsen, 2010-2015
- Ari Hirvonen (ei enää TTL:n palveluksessa): SCHER (Scientific Committee on Health and Environmental Risks), 2009-2013
- Kai Savolainen, jäsen, Scientific Panel on Plant Protection Products, EFSA, 2000-2003)
- Kai Savolainen, varapuheenjohtaja, Scientific Panel on Pesticides and Their Residues, 2003 - 2006
- Kai Savolainen, jäsen, NEG (katso alla), 1998 - 2006
- Kai Savolainen, Scientific Committee on Consumer Safety (SCCP), EU DG SANCO, 2006 - 2009
- Kai Savolainen, SCENIHR, jäsen, Working Group on Engineered Nanomaterials, 2003 - 2006
- Tiina Santonen, SCOEL (Scientific Committee on Occupational Exposure Limits), jäsen, 2010-Tiina Santonen, Nordic Expert Group for Setting of Exposure Limit (NEG), 2006-2015)
- Tiina Santonen, ECHA Risk Assessment Committee (RAC), 2013 –
- Helene Stockmann-Juvala, PEROSH, risk assessment group, 2016 –
- Helene Stockmann-Juvala, NEG, 2015 – 2018
- Tiina Santonen, EU Health Security Committee Working Group on Chemical Threats (HSC WGCT) (Finland's representative), 2005-2007

## Liite 6 Eviran asiantuntijat toksikologiaa ja kemiaa sivuavissa EFSA:n paneeleissa, työryhmissä ja verkostoissa

Toksikologiaa tai kemiaa sivuavissa EFSA:n paneeleissa, työryhmissä ja verkostoissa olevat suomalaiset asiantuntijat.

| VERKOSTO  | organisaatio                             | jäsen                |  |
|---|--|----------------------|--|
| Scientific Network on Chemical Occurrence Data                              | Finnish Food Safety Authority Evira      | Kati Hakala          | <a href="mailto:kati.hakala@evira.fi">kati.hakala@evira.fi</a>                   |
| Scientific Network for Risk Assessment of Nanotechnologies in Food and Feed | Finnish Food Safety Authority Evira      | Pertti Koivisto      | <a href="mailto:pertti.koivisto@evira.fi">pertti.koivisto@evira.fi</a>           |
| Scientific Network on Food Ingredients and Packaging                        | VTT Technical Research Centre of Finland | Marja Pitkänen       | <a href="mailto:Marja.pitkanen@vtt.fi">Marja.pitkanen@vtt.fi</a>                 |
| Scientific Network on Novel Foods   | Finnish Food Safety Authority Evira      | Tero Hirvonen        | <a href="mailto:tero.hirvonen@evira.fi">tero.hirvonen@evira.fi</a>               |
| Scientific Network of Pesticide Steering Committee                          | Finnish Safety and Chemicals Agency      | Kaija Kallio-Mannila | <a href="mailto:kaija.kallio-mannila@tukes.fi">kaija.kallio-mannila@tukes.fi</a> |
| Scientific Network on Pesticide Monitoring                                  | Finnish Food Safety Authority Evira      | Sanna Viljakainen    | <a href="mailto:sanna.viljakainen@evira.fi">sanna.viljakainen@evira.fi</a>       |

| TIEDEPANEELI  | jäsen            |  |
|---|------------------|--|
| The Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed (+ työryhmät)     | Maria Saarela    | <a href="mailto:maria.saarela@vtt.fi">maria.saarela@vtt.fi</a>               |
| Panel on Food Contact Materials, Enzymes, Flavourings and Processing Aids (+ työryhmät) | Sirpa Kärenlampi | <a href="mailto:sirpa.karenlampi@uef.fi">sirpa.karenlampi@uef.fi</a>         |
| Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (+ työryhmät)                       | Marina Heinonen  | <a href="mailto:marina.heinonen@helsinki.fi">marina.heinonen@helsinki.fi</a> |
| Panel on Plant Protection Products and their Residues                                   | Olavi Pelkonen   | <a href="mailto:olavi.pelkonen@oulu.fi">olavi.pelkonen@oulu.fi</a>           |

| TYÖRYHMÄ   | jäsen             |  |
|--|-------------------|--|
| BIOCONTAM WG on dioxins in food and feed             | Raimo Pohjanvirta | <a href="mailto:raimo.pohjanvirta@helsinki.fi">raimo.pohjanvirta@helsinki.fi</a> |
| Pesticides - Physical & Chemical Properties Meetings | Marjo Halonen     | <a href="mailto:marjo.halonen@tukes.fi">marjo.halonen@tukes.fi</a>               |
| Pesticides - Fate and Behaviour Meetings             | Sari Autio        | <a href="mailto:sari.autio@tukes.fi">sari.autio@tukes.fi</a>                     |
| Pesticides - Ecotoxicology Meetings                  | Virpi Virtanen    | <a href="mailto:virpi.virtanen@syke.fi">virpi.virtanen@syke.fi</a>               |
| Pesticides - Micro-organisms Meetings                | Sirpa Luomahaara  | <a href="mailto:sirpa.luomahaara@tukes.fi">sirpa.luomahaara@tukes.fi</a>         |
| Pesticides - Micro-organisms Meetings                | Riitta Silvo      | <a href="mailto:riitta.silvo@tukes.fi">riitta.silvo@tukes.fi</a>                 |



## **Liite 7 Tukesin asiantuntijat ECHA:n ja komission komiteoissa ja työryhmissä**

**Edustukset Euroopan kemikaaliviraston (ECHA) komiteoissa ja työryhmissä sekä komission toimivaltaisten viranomaisten kokouksessa Caracalissa**

**Riskinarviointikomitea (RAC) FT, LT, MSc Tiina Santonen, jäsen (TTL), toksikologia**

**FM Riitta Leinonen, jäsen (Tukes), ekotoksikologia**

**Sosioekonomisen analyysin**

**komitea (SEAC)**

**FM Johanna Kiiski, jäsen (Tukes)**

**Biosidivalmistekomitea (BPC) FT Sanna Koivisto, jäsen (Tukes), ekotoksikologia**

**FM Tiina Tuusa, varajäsen (Tukes), biologia**

**Jäsenvaltioiden komitea (MSC) FT Eeva Rissanen, jäsen (Tukes), toksikologia**

**FT Juha Einola, varajäsen (Tukes), ekotoksikologia**

**Caracal**

**yleensä kaksi vaihtuvaa jäsentä (Tukes)**

## Liite 8 Itä-Suomen yliopiston toksikologiaan (ja lähialueisiin) liittyvät budjettirahoitteiset tehtävät

### Itä-Suomen yliopiston toksikologiaan (ja lähialueisiin, suluissa) liittyvät budjettirahoitteiset tehtävät

#### Terveystieteiden tiedekunta

| Tehtävä  | Ala                               | Haltija  | Huom.   |
|--|-----------------------------------|--|---|
| Terveystieteiden tiedekunta, Farmasian laitos  |                                   |  |   |
| Professori   | Toksikologia                      | Kirsi Vähäkangas 31.3.2018 asti<br>todennäk. Jaana Rysä 1.9. 2019 al-<br>kaen (nyt tenure track) | Jaana Rysä, apulaisprofessori / aka-<br>temiatutkija 31.8.2019 asti |
| Professori   | Lääkeainetoksikologia             | Matti Viluksela 31.7.2019 asti   | 55%   |
| Yliopistotutkija   | Toksikologia                      | Risto Juvonen  |   |
| Yliopistotutkija, koordinaattori   | Toksikologia                      | Marjo Huovinen   |   |
|  |                                   |  |   |
| (Professori  | Farmakologia, lääketiede          | Hannu Raunio)  |   |
| (Professori  | Farmakologia, farmasia            | Markus Forsberg)   |   |
| Terveystieteiden tiedekunta, Kansanterveystieteen ja kliinisen ravitsemustieteen yksikkö |                                   |  |   |
| Professori   | Ravitsemustoksikologia            | Hani El-Nezami   | 50% (50% Hong Kongin yliopisto)                                     |
|  |                                   |  |   |
| Luonnontieteiden ja metsätieteiden tiedekunta, Ympäristö- ja biotieteiden laitos         |                                   |  |   |
| Professori   | Ympäristötoksikologia             | Maija-Riitta Hirvonen  |   |
| Professori   | Kemiallinen ympäristötiede        | Matti Viluksela  | 45%   |
| Apulaisprofessori, tenure  | Ilmansaasteiden toksikologia      |  | Pasi Jalava, akatemiatutkija  |
| Apulaisprofessori, tenure  | Ympäristöaltisteiden toksikologia | haettavana 7.3.2018 mennessä   |   |
| Yliopistotutkija   | Ilmansaasteiden toksikologia      | Marjut Roponen   |   |
| Yliopistotutkija   | Sisäilmatoksikologia              | Kati Huttunen  |   |
| Yliopistotutkija   | Ekotoksikologia                   | Jarkko Akkanen   |   |
| (Professori  | Säteilybiologia                   | Jukka Juutilainen 31.12.2018 asti  | Täytettävänä 1.1.2019 alkaen  |
| (Yliopistonlehtori   | Säteilybiologia                   | Jonne Naarala)   |   |
| (Tutkimusjohtaja   | Sisäympäristö ja työhygienia      | Pertti Pasanen)  |   |

## **Liite 9 Itä-Suomen yliopiston toksikologian koulutusohjelmista valmistuneet ja toksikologian tohtoritutkinnon Suomessa suorittaneet**

|  |       |
|--|-------|
| Toksikologian jatkokoulutusohjelmasta 1984-2002 valmistuneet   | 37    |
| Yleisen toksikologian maisteriohjelmasta 2002-2017 valmistuneet  | 69    |
| Toksikologiassa tohtorintutkinnon 2009-2017<br>(sisältää Suomen Akatemian Toksikologian tutkijakoulusta valmistuneet tohtorit) | n. 20 |

Toksikologiassa tohtorintutkinnon Suomessa suorittaneita vuosina 1980-2017 lienee kaiken kaikkiaan lähelle 50



